

Evaluación de la **sostenibilidad** **agraria**

El caso de
La Concordia (Nicaragua)

César González de Miguel
Carlos Hernández Díaz-Ambrona
José Luis Postigo Sierra

© 2009 Ingeniería Sin Fronteras Asociación para el Desarrollo y AgSystems

Esta obra está distribuida bajo una licencia Attribution-NonCommercial-No Derivs 2.5 Spain License de Creative Commons, disponible en:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es> (resumen licencia),

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/legalcode.es> (texto completo)

La versión electrónica de este documento se puede descargar de: www.apd.isf.es y en www.etsia.upm.es/GRUPO-SINV/AgSystems

Autores: César González de Miguel y Carlos Hernández Díaz-Ambrona (AgSystems. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. UPM) y José Luis Postigo (Ingeniería Sin Fronteras Asociación para el Desarrollo)

Foto portada: César González de Miguel

Diseño y maquetación: másgráfica

IMPRIME: Artegraf

ISBN: 978-84-613-3471-1

Depósito Legal: M-29974-2009

Evaluación de la sostenibilidad agraria


El caso de
La Concordia (Nicaragua)

César González de Miguel
Carlos Hernández Díaz-Ambrona
José Luis Postigo Sierra



Con la colaboración de:





El desarrollo agropecuario siempre ha estado dentro de las carteras de los programas de desarrollo financiados por los distintos organismos financiadores y realizados por un gran número de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales alrededor de todo el mundo, especialmente en países de índice de desarrollo medio y bajo (según UNDP).

Los programas que se han venido desarrollando son de muchos tipos: Implementación de técnicas agropecuarias de producción, técnicas de manejo de cultivos y ganadería, regadío, procesos de acopio y procesamiento a pequeña y media escala, mejora de semillas, establecimiento de canales de comercialización, cooperativismo, financiación agrícola, etc. Pero estos programas no han resuelto el problema principal: en 2009 nos encontramos con 963 millones de personas malnutridas, prácticamente todas en países en desarrollo y la gran mayoría en las zonas rurales. Paradójicamente, las mejoras tecnológicas introducidas en las zonas de producción de alimentos durante decenios a la vez que han mejorado la productividad de grandes extensiones de tierra, han provocado no pocos impactos ambientales y sociales negativos. Desgraciadamente y a la vista de las cifras, tampoco se ha logrado mejorar la situación de los pequeños agricultores en los países en desarrollo. Enfoques alternativos como la agricultura orgánica son muy dudosos que sean los más indicados para que, en el largo plazo, el pequeño agricultor en países en desarrollo mejore su calidad de vida, aunque pueden ser útiles para racionalizar las prácticas agrícolas, ahorrar costes de muchos pequeños agricultores y constituir buenas oportunidades de negocio en ciertas circunstancias. Las mejoras dependen más de la capacidad del agricultor para optimizar la tierra con el fin de mantener y aumentar drásticamente estos rendimientos en el tiempo, teniendo en cuenta las previsiones de demanda de alimentos global para mediados y finales del siglo XXI.

En la mente de cualquiera que se enfrente a la realización de un programa de desarrollo agrícola está la sostenibilidad, lo que significa programas que protejan la biodiversidad, en los que se mantenga la fertilidad del suelo, se evite la contaminación de aguas, se conserve y mejore química, física y biológicamente la tierra, en los que se utilicen recursos renovables, tecnologías apropiadas y financieramente accesibles, que garanticen unos ingresos estables, etc. Es decir, “utilizar los conocimientos de la ciencia moderna para mejorar –en lugar de desplazar– la sabiduría tradicional acumulada durante siglos por los agricultores en todo el mundo” (Hansen, 1999).

Las técnicas de agricultura sostenible, según el Tratado de Agricultura Sostenible realizado tras la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Brasil en 1992, se definen como “*un modelo de organización social y económica basado en una visión equitativa y participa-*


tiva del desarrollo, que reconoce al medio ambiente y los recursos naturales como las bases de la actividad económica. La agricultura es sostenible cuando es ecológicamente segura, económicamente viable, socialmente justa y culturalmente apropiada”.

Según Masera y López-Ridaura, (2000), los atributos para que un agro ecosistema se considere sostenible son: Productividad, el sistema debe proveer del nivel requerido de bienes y servicios; equidad, con capacidad de distribuir beneficios y costos de una manera justa; estabilidad, que no decrezca su productividad bajo condiciones promedio; elasticidad, que tenga capacidad de mantener el potencial productivo después de alteraciones graves; confiabilidad, o su capacidad para mantenerse en niveles cercanos al equilibrio ante perturbaciones ambientales normales; adaptabilidad, que tenga capacidad para continuar siendo productivo ante cambios ambientales a largo plazo; y autodependiente, que sea capaz de regular y controlar sus interacciones con el exterior.

Cómo conocer o medir si con un programa estamos contribuyendo a alcanzar o no el objetivo de un sistema agrícola sostenible es una pregunta común en los agentes de desarrollo para la que no es fácil encontrar respuesta.

Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo (ISF ApD) lleva más de 10 años trabajando en programas de desarrollo agropecuario en Nicaragua. En su plan estratégico para Nicaragua definido en 2005, ISF ApD entiende que una vía para la reducción de la pobreza en el medio rural es el desarrollo económico sostenible a través de actividades productivas que permitan a la población más desfavorecida la generación de ingresos. Ello implica que el desarrollo en el ámbito agropecuario ha de facilitar la realización de actividades coherentes con la protección de los recursos naturales, mediante la promoción de las técnicas de agricultura sostenible. De aquí parte la necesidad de disponer de alguna herramienta para poder medir el grado de sostenibilidad que se está alcanzando durante la realización de los programas, y en qué medida y sentido sería necesario realizar modificaciones que contribuyan a alcanzar la sostenibilidad del sistema.

El grupo de Sistemas Agrarios (AgSystems), perteneciente a la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), está formado por investigadores de los departamentos de Producción Vegetal: Fitotecnia y Biología Vegetal. Sus investigaciones se centran en el estudio de sistemas agrarios y su relación con el medio ambiente, con el objetivo final de diseñar estrategias que permitan mantener la sostenibilidad de los sistemas de cultivo en las condiciones actuales y futuras. Además, como grupo



de cooperación de la UPM, AgSystems persigue la transferencia de sus investigaciones al ámbito de la cooperación para el desarrollo.

Como fruto de la colaboración entre los grupos de programas en Nicaragua y de gestión del territorio y desarrollo agropecuario de ISF ApD, y AgSystems, representado por el Profesor Carlos Hernández Díaz-Ambrona, se edita la presente publicación, que ha contado con César González de Miguel como becario para la sistematización y redacción de los trabajos conjuntos.

El presente texto pretende ser una guía metodológica para la evaluación de la sostenibilidad. En él se nos presenta y desarrolla una metodología para la evaluación, así como una serie de indicadores útiles para establecer en qué grado se está alcanzando el objetivo de la sostenibilidad.

Con esta herramienta de fácil utilización, y perfectamente comprensible y justificada, los técnicos que se enfrenten a un programa agrícola podrán conocer no sólo cuales son las debilidades y fortalezas en relación a la sostenibilidad, sino también cuáles de los cuatro parámetros de la sostenibilidad (ambiental, social, cultural, económica) pueden ser objeto de revisión y en qué sentido.

El técnico, a lo largo del texto, encontrará los fundamentos acerca de la evaluación de la sostenibilidad en sistemas de cultivo, cómo se ha de realizar la toma de datos, cuáles son los indicadores socio-económicos y agroecológicos a utilizar y cómo se construyen, así como el método para contrastar finalmente todos ellos con los diagramas de sostenibilidad, de modo que puedan conocer en qué medida el sistema es sostenible y que parámetros se han de fortalecer. Este trabajo debe utilizarse por tanto como una guía en el proceso de evaluación, pero sin olvidar que el carácter dinámico y local de la sostenibilidad requerirá sin duda un proceso de adaptación de la metodología a cada caso, que se realizará mejor cuanto mayor sea nuestro conocimiento del sistema concreto a evaluar. Así, los indicadores elegidos y su estimación pueden variar, aunque la metodología seguirá siendo válida.

La publicación que ahora tiene en sus manos no habría visto la luz sin la financiación recibida por la Dirección de Cooperación para el Desarrollo de la Universidad Politécnica de Madrid y, por supuesto, sin la colaboración de las familias de pequeños agricultores y organizaciones socias con las que ISF ApD trabaja codo con codo en La Concordia (Nicaragua) para lograr mejorar sus condiciones de vida. A todos ellos y ellas agradecemos infinitamente su colaboración.

METODOLOGÍA

para la **evaluación**
de la **sostenibilidad**
de **cultivos**





METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

1. INTRODUCCIÓN	12
2. OBJETIVOS	15
3. MARCO CONCEPTUAL	16
4. METODOLOGÍA PROPUESTA	21
4.1. Indicadores de sostenibilidad agraria	21
4.1.1. Socio-económicos	21
4.1.1.1. Definición de los indicadores	21
4.1.1.2. Análisis de los indicadores	22
4.1.2. Agroecológicos	23
4.1.2.1. Definición de los indicadores	24
4.1.2.2. Análisis de los indicadores	28
4.1.3. Ambientales	28
4.1.3.1. Definición de los indicadores	29
4.1.3.2. Análisis de los indicadores	32

A EVALUACIÓN D DE CULTIVOS

4.2. Toma de datos.....	33
4.2.1. Tipos de muestreo.....	34
4.2.2. Encuestas	37
4.2.3. Análisis de suelos.....	37
4.2.4. Análisis cluster	40
4.2.4.1. Elección de las variables	43
4.2.4.2. Elección de la medida de asociación.....	43
Medidas de asociación de variables	44
Medidas de asociación de individuos	45
Medidas de asociación para datos de tipo mixto.....	45
4.2.4.3. Elección de la técnica <i>cluster</i>	46
Métodos jerárquicos.....	46
Métodos no jerárquicos	47
4.2.4.4. Validación de los grupos	48
Bibliografía.....	51

relación de tablas

Tabla 1: Posibles criterios para el diagnóstico de la sostenibilidad en agrosistemas.

Tabla 2: Precios, coste y rendimientos para tomate, cebolla, chiltoma, papa y repollo.

Tabla 3: Valor asignado a cada cultivo en función de su rendimiento.

Tabla 4: Datos de precipitación anual (mm) en la estación meteorológica de la Red Nacional en La Concordia, Jinotega, Nicaragua.

Tabla 5: Estimación de la Evapotranspiración de referencia (mm/día) en función de la temperatura media diaria (°C) y la precipitación anual (mm).

Tabla 6: Coeficientes de cultivo y duración (días) para diferentes cultivos según la etapa de crecimiento.

Tabla 7: Rendimientos obtenidos (lb/mz y ud/mz) en función de la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado (lb/mz).

Tabla 8: Normas de diagnóstico de la materia orgánica del suelo (en porcentaje) en función de la textura y el pH.

Tabla 9: Valoración del Grado de Erosión del Suelo (GES) en función del Grado de erosión observado y las presencia o ausencia de prácticas de conservación.

Tabla 10: Resumen de variables, indicadores, unidades y valores deseables para los indicadores previstos en el proyecto.

Tabla 11: Ejemplo de tabla de resultados del análisis cluster.

relación de figuras

Figura 1: Ciclo de la pobreza y la degradación ambiental.

Figura 2: Pasos de elaboración de una metodología de evaluación de sostenibilidad.

Figura 3: Recogida de muestras con pala.

Figura 4: Descomposición del error total.

Figura 5: Triángulo de texturas.

Figura 6: Ejemplo de diferentes clasificaciones de un mismo conjunto.

Figura 7: Dendograma del proceso jerárquico aglomerativo.

Figura 8: Dendograma del proceso jerárquico disociativo.

Figura 9: Dendograma con diferentes posibilidades de líneas de corte

Figura 10: Representación gráfica del método de análisis de varianza entre grupos.

1. INTRODUCCIÓN

El Objetivo de Desarrollo del Milenio nº 1 se refiere a “Erradicar la pobreza extrema y el hambre” y el nº 7 a “Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente”. Ambas metas están muy relacionadas en los países en desarrollo en los que la agricultura juega un papel muy importante en las economías nacionales. El vínculo más evidente es que un deterioro del medio ambiente produce una pérdida de fertilidad del suelo, tanto agrícola como ganadera, lo que implica pérdida de productividad y menores beneficios que a su vez suele repercutir en mayor vulnerabilidad y subnutrición (Figura 1).

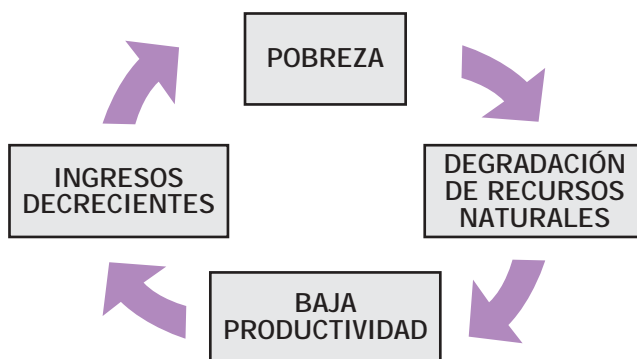


FIGURA 1: Ciclo de la pobreza y la degradación ambiental. Fuente: MARENA¹, 2007.

Las medidas estudiadas para erradicar el hambre y la pobreza de cada país han de hacer énfasis en el concepto de Soberanía Alimentaria que se define como “*el derecho de los países y los pueblos a definir sus propias políticas agrarias, de empleo, pesqueras, alimentarias y de tierra de forma que sean ecológica, social, económica y culturalmente apropiadas para ellos y sus circunstancias únicas. Esto incluye el verdadero derecho a la alimentación y a producir los alimentos, lo que significa que todos los pueblos tienen el derecho a una alimentación sana, nutritiva y culturalmente apropiada, y a la capacidad para mantenerse a sí mismos y a sus sociedades*” (FAO, 2002).

(1) Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

De la última parte de la definición, respecto a *la capacidad para mantenerse a sí mismos y a sus sociedades* se entiende que la producción de alimentos debe realizarse de forma respetuosa con el medio ambiente. La importancia de este último factor radica en que los recursos que sostienen la producción (suelo, agua) pueden llegar a degradarse de tal manera que no valgan para producir, lo que implicaría la pérdida de la Soberanía Alimentaria.

Este fenómeno de pérdida de capacidad de producción de los recursos se viene observando desde hace años (ONU², 1992) y de la necesidad de corregirlo apareció el concepto de Agricultura Sostenible.

La Agricultura Sostenible es la gestión y utilización del ecosistema agrario de forma que se mantenga la diversidad biológica, la productividad, la capacidad de regeneración, la vitalidad, y esto se puede cumplir hoy y en el futuro sin dañar a otros ecosistemas (Lewandowski et al., 1999).


Con la aparición del concepto de Agricultura Sostenible se produce un cambio en la identificación del *medio donde se producen los alimentos*, conocido como sistema agrario el cual pasa a englobar otras vertientes de la producción, conociéndose así como ecosistema agrario.

Existen diferentes nombres para referirse al concepto de ecosistema agrario, dependiendo únicamente del enfoque que se le quiera dar. Así, una primera aproximación al concepto sería la definición "*ecosistema artificializado con fines agrarios*".

Gómez Sal (2000) desarrolla una definición más extensa que incluye un enfoque ecológico y social, pasando a la definición de agrosistema: "*unidad ambiental en la que se desarrolla la actividad agraria y alcanza su verdadero significado cuando aplicamos un enfoque sistémico para estudiar los procesos agronómicos, ecológicos, sociales y económicos que intervienen en los sistemas productivos. [...] Al ser un sistema artificializado, requiere de una constante intervención externa para mantener su productividad y al mismo tiempo los procesos de producción agraria [...]*".

Posteriormente, el desarrollo de la agroecología ofreció un nuevo enfoque del ecosistema agrario, llamado agroecosistema y que Altieri y Nicholls (1999) definieron como "*comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico que ha sido modificado para producir*

(2) Organización de las Naciones Unidas.



alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo y procesamiento humano. La agroecología es el estudio holístico de los agroecosistemas, incluidos todos los elementos ambientales y humanos".

Tal como se ha visto, en la actualidad, la cuestión de la producción agrícola ha evolucionado desde una forma puramente técnica hacia una más compleja, caracterizada por dimensiones sociales, culturales, políticas y económicas (Altieri y Nicholls, 1999; FAO, 2002).

Sin embargo, sea cual sea el enfoque que se le dé a la Agricultura Sostenible la cuestión clave es la Seguridad Alimentaria, que radica en la producción de alimentos de tal manera que sea posible mantener alimentada a la población de forma continuada y sana y a precios asequibles.

2. OBJETIVOS

La presente metodología se inscribe dentro del *Proyecto de Reactivación Productiva de Zonas Vulnerables en Trópico Seco Centroamericano*, subvencionado por VII Convocatoria de Subvenciones y ayudas para la Cooperación 2006 de la Universidad Politécnica de Madrid.

El objetivo del trabajo es:

- Elaboración de una metodología que nos permita evaluar la sostenibilidad socio-económica, ambiental y agronómica de los cultivos en función de la tipología de agricultor mediante la obtención *in situ* de los indicadores.

3. MARCO CONCEPTUAL

El marco lógico del método de evaluación de la sostenibilidad consiste en elaborar una lista de objetivos generales o criterios de evaluación (de tipo ambiental, agroecológico, social, económico, normativo) que se transforman en parámetros cuantificables o variables. El siguiente paso consiste en establecer los indicadores que permitan obtener la información precisa sobre los parámetros y su posterior aplicación para su validación (Figura 2).



FIGURA 2: Pasos de elaboración de una metodología de evaluación de sostenibilidad. Fuente: Elaboración propia, 2008.

La unidad básica es el sistema de cultivo, es decir un cultivo y sus prácticas de manejo (labranza, rotaciones, etc.). Cuando se observa un campo de cultivo a lo largo de los años se pueden apreciar los efectos de la rotación de cultivos, las prácticas de labranza, las enmiendas del suelo, la exportación del material cosechado y su rendimiento, y con toda esa información analizar el uso de los recursos, hacer el balance de costes y beneficios, ver sus efectos sociales y ambientales.

Los objetivos o criterios sobre los que se quiere medir o evaluar la sostenibilidad del sistema dependen del enfoque que le demos y lo que pretendamos estudiar. Siguiendo las definiciones de agrosistema que realizan Altieri y Nicholls (1999) y Gómez Sal (2000), vistas en la Introducción, el problema no es únicamente agronómico, si no también social y económico y ambiental.

La gran cantidad de metodologías propuestas para la evaluación se explica por la amplia variedad de criterios que existen, dentro de cada cual hay muchas variables posibles que describen esos criterios y cada variable puede ser definida en función de varios indicadores (Tabla 1).

En este contexto, un indicador es una medida del estado de un sistema que puede ser empleado en la evaluación del efecto que tienen nuestras acciones sobre un determinado recurso y que permite ajustar nuestras acciones para conseguir un determinado objetivo.

Los indicadores permiten entender e interpretar un sistema complejo ya que:

- (I) Esquematizan los datos disponibles,
- (II) Muestran el estado actual o del momento o momentos que se analizan,
- (III) Sirven para demostrar el grado de cumplimiento de los objetivos anteriormente establecidos,
- (IV) Informan a los usuarios sobre el estado actual o evolución que ha experimentado el sistema bajo unas determinadas prácticas de manejo.

En función de si los indicadores apuntan a un único factor o a un resultado final combinación de varios factores tenemos indicadores específicos o sistémicos, respectivamente.

- **Específicos o simples:** describen la condición o estado de una parte o aspecto particular del sistema que se estudia. Múltiples indicadores simples se pueden agrupar en un único indicador para facilitar su estudio. El conjunto de objetivos establecidos previamente recogerá los valores umbral y los rangos de tolerancia que pueden alcanzar dichos indicadores. Por ejemplo, la transferencia de nitrógeno en el suelo se refiere a la cantidad de nitrógeno que el cultivo deja a disposición para el cultivo siguiente, el valor óptimo se considera 3 (máxima

transferencia). Son las expectativas de contribución neta de N al cultivo siguiente, basado en los residuos de N en el suelo después de la cosecha, mineralización, pérdidas por lavado y desnitrificación. Transferencia de N $< 50 \text{ kg ha}^{-1} = 1$; $50\text{-}100 \text{ kg ha}^{-1} = 2$; $100\text{-}150 \text{ kg ha}^{-1} = 3$.

- **Sistémicos:** describen las funciones claves y los procesos del sistema como un todo. El indicador debe recoger un resultado final del sistema que refleje su comportamiento. De esta manera, uno de los objetivos que debiera alcanzar todo proceso de producción es producir el máximo de productos invirtiendo el mínimo de esfuerzo económico y/o energético, lo que en su acepción más general podríamos llamar **Eficiencia del Sistema Productivo**, y que representamos por el cociente que resulta entre los productos (salidas) y los insumos (entradas) que se invierten en un determinado proceso productivo.

En función de si podemos medir los parámetros de forma directa o si tenemos que recurrir a otros indicadores que nos informen sobre ese parámetro de forma indirecta tenemos indicadores directos e indirectos.

El uso de técnicas estadísticas para la selección de indicadores está orientado a la eliminación de variables redundantes que no ofrecen información adicional. En estos casos se utiliza un análisis *cluster* o de conglomerados para determinar la distancia entre unos y otros y poder establecer quienes están demasiado próximos como para resultar repetidos. Muchas veces estas distancias se perciben mejor en un dendrograma, que es la plasmación gráfica del análisis *cluster*.

CRITERIO	VARIABLE
Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> – Cantidad y tipo de recursos generados. – Uso de los recursos y estado de los mismos. – Grado de biodiversidad vegetal. – Grado de resiliencia del agrosistema.
Edáficos	<ul style="list-style-type: none"> – Estado de la biodiversidad edáfica (macro y microorganismos). – Contenido y calidad de elementos minerales activos (arcillas). – Cantidad, estado y dinámica de la materia orgánica. – Cantidad, estado y dinámica del agua en el suelo. – Balance y dinámica de las sales y grado de tolerancia. – Grado de metaestabilidad ante procesos degradativos.

De cultivo	<ul style="list-style-type: none"> – Niveles e intensidad de intervención en el agrosistema. – Grado de adaptación de los cultivos. – Utilización de recursos fitogenéticos de mayor rusticidad. – Infraestructura vegetal (biodiversidad de plantas “no cultivo”). – Grado de biodiversidad vegetal productiva (rotaciones y asociaciones de cultivos) en el espacio y en el tiempo. – Eficiencia en el uso del agua y en la conservación de su calidad. – Uso de prácticas de conservación de suelos.
Bioeconómicos	<ul style="list-style-type: none"> – Nivel de necesidad de insumos externos. – Coste exergoecológico de los productos. – Minimización de los residuos producidos y gestión de los mismos. – Grado de intercambio de materia, información y energía entre sus componentes y el ambiente externo. – Grado de estabilidad como medida de la seguridad de la producción bajo un conjunto de condiciones y de gestión. – Diversificación de los escenarios de desarrollo económico.
Sociales	<ul style="list-style-type: none"> – Bienes y servicios producidos (equidad en su distribución). – Equidad intergeneracional en el sentido de coevolución entre los seres humanos y el uso sostenible del medio ambiente. – Producción de fuentes económicas y no económicas de bienestar. – Grado de calidad de las producciones en relación con la salud. – Valorización del trabajo del agricultor, mejora de su calidad de vida.

TABLA 1: Posibles criterios para el diagnóstico de la sostenibilidad en agrosistemas. Fuente: Labrador, 2002.

En general, la evaluación y el seguimiento de la sostenibilidad son extremadamente complejos y difíciles debido a que envuelven numerosas disciplinas y sectores. Cada una de estas disciplinas y sectores tienen diferencias en la comprensión y apreciación de los indicadores que deben ser usados, complicando el proceso de evaluación y haciendo difícil el alcanzar un consenso entre todos. Es necesario tratar de ser prácticos en la definición de un conjunto de indicadores, puesto que al considerar las condiciones que se deben cumplir, el sistema se hace muy complejo.



Hay diez aspectos clave que deben cumplir los indicadores:

1. Tangibles
2. Cuantificables y de fácil medición
3. Comparables entre explotaciones
4. Adecuados al nivel de agregación del sistema
5. Prácticos y claros
6. Repetibles en la medida
7. Significativos
8. Sensibles a los cambios en el sistema
9. Estándares y medir condiciones tipo
10. Relacionarse con otros indicadores

No todos los criterios mencionados en la Tabla 1 pueden ser aplicados al presente estudio de la cuenca del Río Viejo. En nuestro caso, sólo se han elegido aquéllos que se han considerado más pertinentes, eliminando los redundantes o de cálculos excesivamente complejos. En base a esos criterios se han determinado los indicadores que se estudiarán.

4. METODOLOGÍA PROPUESTA

4.1. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

Ante la imposibilidad de separar totalmente los criterios sociales y económicos, éstos se han estudiado de forma conjunta (indicadores socio-económicos) mientras que los aspectos edáficos se han dividido en indicadores ambientales e indicadores agroecológicos.

Todos los indicadores se han estandarizado en una escala de 0 a cinco³, siendo estos valores los de menor y mayor de sostenibilidad, respectivamente. Puesto que cada indicador se estandariza individualmente, el proceso se explica para cada uno de ellos.

4.1.1. SOCIO-ECONÓMICOS

4.1.1.1. Definición de los indicadores


Ingresos (I). El análisis de costes/beneficios (o margen bruto) es el más importante de los indicadores de la sostenibilidad económica de los sistemas de cultivo. Para el cálculo de este indicador se requieren bastantes datos y la mayor parte de los mismos han de ser aportados por los agricultores.

El cálculo de los ingresos se realiza por cada cultivo, multiplicando el margen bruto o beneficio por manzana (mz) por la superficie de cada cultivo para cada agricultor. Las unidades de este indicador son córdobas⁴ (C\$).

Se calculan únicamente los ingresos anuales procedentes de los sistemas de cultivo planteados en los objetivos, lo cual excluye los ingresos pecuarios, del café y frutales, así como los provenientes de remesas, artesanía y otros. Los valores establecidos son: (0) 0; (1) 14.000; (2) 28.000; (3) 42.000; (4) 56.000; (5) ≥ 70.000 córdobas/año.

(3) Se utilizarán escalas con valores decimales para los análisis de los indicadores, señalándose únicamente los valores enteros de la escala en la definición de cada indicador. De esta manera, en el caso de los ingresos a un ingreso de 7.000 córdobas/año le corresponde un valor del indicador de 0,5.

(4) Tipo de cambio Córdoba/dólar = 19,3672 a 30 de junio de 2008 (Banco Central de Nicaragua, 2008).



Eficiencia en el Uso de la Mano de Obra (EUMO). Este indicador es de difícil medición, dado que generalmente no se toman datos de las horas dedicadas a cada cultivo. Sin embargo, es un buen indicador del grado de tecnificación de un sistema de cultivo. Se mide el rendimiento por horas de trabajo (lb/mz/horas de trabajo).

La valoración del indicador se realiza en base al nivel de eficiencia que obtiene un agricultor en referencia al promedio de los agricultores de la cuenca. Esta elección se justifica en el uso en la cuenca de sistemas de cultivo similares. De este modo, al comparar los agricultores entre sí podemos observar quiénes son más eficientes.

Número de Empresarios (NE). Un indicador cualitativo del grado de rentabilidad económica de los sistemas de cultivos es el porcentaje de empresarios agrarios que se dedican con exclusividad a la agricultura. Asimismo, este indicador está complementado con la edad media de los agricultores. Está expresado en porcentaje (%).

Se establece que si los sistemas de cultivo fueran totalmente sostenibles económicamente, el 100% de los agricultores se dedicaría con exclusividad a la agricultura. De este modo, la escala de valores se divide en los siguientes rangos: (0) ≤ 50 ; (1) 60; (2) 70; (3) 80; (4) 90; (5) 100%.

Edad Media de los Empresarios (EME). La importancia de este indicador radica en que es capaz de mostrar la percepción de la gente joven respecto a la rentabilidad de la actividad laboral y por ello su incorporación al mercado laboral. Se mide en años.

Se asume que si la edad media de los agricultores es baja y es la gente joven la que se dedica a la actividad agraria se mantendrán durante más tiempo los sistemas de cultivo, ya que varias características propias de los jóvenes agricultores son una mayor inversión en las explotaciones (por estar al inicio de la actividad) y una menor resistencia a la implementación de cambios (especialmente tecnológicos). Así se dividen los valores en: (0) 70; (1) 60; (2) 50; (3) 40; (4) 30; (5) 20 años.

4.1.1.2. Análisis de los indicadores

El Ingreso debe compararse con el salario base fijado por el gobierno de Nicaragua para un trabajador por cuenta ajena. En el sector agropecuario dicho salario mínimo es de 13.816 córdobas/año

(datos relativos al 2008 del Banco Central de Nicaragua). No se considera este dato como umbral de la sostenibilidad económica en tanto que se supone que el empresario obtiene más beneficio de la actividad. Además, el salario base agropecuario en Nicaragua está cercano a los 2 \$/día, que es el umbral de la pobreza. En cualquier caso, un ingreso negativo tiene un valor 0.

Para mayor comprensión, el indicador Ingresos ha de observarse junto al indicador de NE. De este modo puede observarse hasta qué punto los agricultores perciben los beneficios de su actividad como suficientes para cubrir sus expectativas económicas.

El indicador de la EUMO es un indicador relativo y debe ser analizado en comparación con la parcela tipo, para luego observar si está por encima o por debajo de la media. El valor de la EME se debe estudiar respecto al valor de la esperanza de vida en la región y la edad media de emancipación de los jóvenes o la edad con que se terminan los estudios.

Se considera que de entre todos los indicadores presentados, Ingresos tiene más importancia frente a todos los demás, así que se le otorga el doble de peso que a los otros indicadores y de la misma manera, la rentabilidad⁵ (que incluye Ingresos y Número de Empresarios) tiene más importancia que la Eficiencia en el Uso de la Mano de Obra y la Edad Media de los Empresarios. El valor total que se le da a los criterios socio-económicos (CSE) se obtendría de:

$$CSE = \frac{2 \times [(2 \times I + NE) / 3] + EME + EUMO}{4}$$

4.1.2. AGROECOLÓGICOS

Los indicadores agroecológicos se han elegido siguiendo la pauta de que un sistema de cultivo sostenible es un ecosistema agrario en el que se mantiene la diversidad biológica y la productividad en el presente y en el futuro sin dañar a otros ecosistemas.

La valoración de estos indicadores es compleja, ya que se hace individualmente por cada agricultor y para cada cultivo y después se extrae un valor promedio global para cada productor.

⁵ Rentabilidad = $(2 \times I + NE) / 3$.

4.1.2.1. Definición de los indicadores

Rendimiento (R). Con este indicador se pretende medir la productividad de los diferentes sistemas de cultivo por unidad de superficie, esto es, producción (lb o ud –en el caso del repollo) y superficie (mz). Este indicador es directo y son los propios agricultores quienes aportan los datos de producción y superficie o de rendimiento. Se mide en lb/mz o ud/mz en el caso del repollo.

Los rendimientos obtenidos en campo se valoran respecto al rendimiento que hace que el margen bruto sea cero para un precio promedio y un coste por manzana dados. A este rendimiento se le da el valor 0 porque es a partir de este valor que el agricultor empieza a ganar dinero. También se compara con el rendimiento promedio de en Nicaragua, que se toma como valor medio y al que se le asigna un valor de 2,5 (Tabla 2).

CULTIVO		PRECIO ¹ (C\$)	COSTE (C\$/mz)	RENDIMIENTO (Margen bruto=0) (lb/mz o ud/mz)	RENDIMIENTO MEDIO NICARAGUA (lb/mz o ud/mz)
Tomate	lb	1,20	40.000	32.000	57.500 ¹
Cebolla	lb	2,00	32.000	16.000	31.000 ²
Chiltoma	lb	1,00	24.000	24.000	24.000 ²
Repollo	ud	1,50	15.000	10.000	13.500 ¹
Papa	lb	2,20	40.000	18.000	25.000 ¹

TABLA 2: Precios, coste y rendimientos para tomate, cebolla, chiltoma, papa y repollo. Fuente: ¹Rodríguez (2005); ²Pallais (2004).

Los valores asignados en función de los rendimientos observados en campo quedan (Tabla 3):

VALOR	TOMATE (lb/mz)	CEBOLLA (lb/mz)	CHILTOMA (lb/mz)	REPOLLO (ud/mz)	PAPA (lb/mz)
0	≤32.000	≤16.000	≤24.000	≤10.000	≤18.000
1	40.000	22.000	27.000	11.000	20.800
2	48.000	28.000	30.000	12.000	23.600
3	56.000	34.000	33.000	13.000	26.400
4	64.000	40.000	36.000	14.000	29.200
5	72.000	46.000	39.000	15.000	32.000

TABLA 3: Valor asignado a cada cultivo en función de su rendimiento. Fuente: Elaboración propia, 2008.

Eficiencia del Riego (ER). Con este indicador se pretende medir el uso que se haga de los diferentes sistemas de riego utilizados, puesto que el agua es un recurso escaso durante algunos periodos del año. Para calcular este indicador se estudia la relación entre la evapotranspiración de cada cultivo en la zona (ETc), la precipitación efectiva (Pe) y el agua de riego aplicada (Nb). Tal como se expresa en la fórmula es un porcentaje (%).

$$ER = \frac{Nn}{Nb} \times 100 = \frac{ETc - Pe}{Nb} \times 100$$

A. Los valores de Precipitación (Tabla 4) se obtienen de Alonso (2007) para una serie temporal de 7 años (del 2000 al 2007) en el municipio de La Concordia (latitud 13°12'00" N, longitud 86°10'00"; elevación 900 msnm).

MES	AÑO HIDROLÓGICO							
	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	MEDIA
mayo	82,8	135,7	162,1	102,1	64,3	107,7	62,2	102,4
junio	32,3	44,1	272,3	317,7	176,6	344,9	318	215,1
julio	60,5	27,5	63,6	54,3	33	143,9	54,3	62,4
agosto	51,3	36,2	98,9	57,5	44,2	113,9	57,5	65,6
septiembre	429,1	149,1	117,4	87,2	409,6	210,9	106,1	215,6
octubre	149,2	95,9	79,8	124,2	86,9	284,4	114,5	133,6
noviembre	10,6	14,3	37,5	53,1	26,7	24,9	53,5	31,5
diciembre	0,0	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
enero	14,2	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
febrero	14,2	0,0	10,6	5,2	4,7	0,0	0,0	1,4
marzo	14,2	0,0	10,6	1,5	0,0	0,0	0,0	0,2
abril	14,2	0,0	10,6	13,7	19,4	0,0	0,0	4,7
Total	830,0	502,8	842,2	816,5	865,4	1.230,6	766,1	836,2

TABLA 4: Datos de precipitación anual (mm) en la estación meteorológica de la Red Nacional en La Concordia, Jinotega, Nicaragua. Fuente: Alonso, 2007.

B. Los valores de la Evapotranspiración de referencia (ET_0) se estiman en función de la Temperatura media (22 – 25 °C) y la Precipitación anual (Tabla 5) mediante el método propuesto por Medina (1997):

ZONA CLIMÁTICA	PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)	TEMPERATURAS MEDIAS DIARIAS		
		BAJA Menos de 15° C	MEDIA 15 a 25° C	ALTA Más de 25° C
Árido	De 100 a 400	4 – 6	7 – 8	9 – 10
Semi – Árido	De 400 a 600	4 – 5	6 – 7	8 – 9
Sub – Húmedo	De 600 a 1.200	3 – 4	5 – 6	7 – 8
Húmedo	Más de 1.200	1 – 2	3 – 4	5 – 6

TABLA 5: Estimación de la Evapotranspiración de referencia (mm/día) en función de la temperatura media diaria (°C) y la precipitación anual (mm). Fuente: Medina, 1997.

C. Para el cálculo de la Evapotranspiración del cultivo (ET_c), que equivale a las necesidades totales hídricas del cultivo sin tener en cuenta el aporte de agua de lluvia, se utilizan las tablas de coeficientes de cultivo de Doorenbos y Kassan (1979) en función de las etapas de cultivo (Doorenbos y Pruitt, 1977) y la duración de las mismas para diferentes cultivos de Medina (1997) (Tabla 6).

CULTIVO	ETAPA							
	INICIAL		DESARROLLO		MEDIA		FINAL	
	DE LA SIEMBRA AL 10% DE COBERTURA DEL SUELO ¹		DEL 10% AL 70–80% DE COBERTURA DEL SUELO ¹		DEL 70–80% DE COBERTURA DEL SUELO A LA FLORACIÓN ¹		DE LA FLORACIÓN A LA MADUREZ FISIOLÓGICA (FRUCTIFICACIÓN) ¹	
	K_c ²	DURACIÓN ₃	K_c ²	DURACIÓN ₃	K_c ²	DURACIÓN ₃	K_c ²	DURACIÓN ₃
Tomate	0,45	30	0,66	40	0,98	40	0,60	25
Cebolla	0,50	25	0,75	40	1,03	20	0,20	10
Chiltoma	0,35	25	0,70	35	1,05	40	0,90	20
Repollo	0,40	20	0,75	25	1,00	60	0,80	15
Patata	0,40	25	0,83	30	1,30	30	0,70	20

TABLA 6: Coeficientes de cultivo y duración (días) para diferentes cultivos según la etapa de crecimiento. Fuente: ¹Doorenbos y Pruitt, 1977; ²Doorenbos y Kassam; 1979; ³Medina, 1997.

Dado que el resultado obtenido con la fórmula expresada anterior es un porcentaje (%), para establecer la escala de valores los resultados se comparan consigo mismo a razón de: (0) 0; (1) 20; (2) 40; (3) 60; (4) 80; (5) 100%.

Eficiencia en el Uso del Agua (EUA). A diferencia del indicador anterior, este indicador no es directo. Este indicador se obtiene con el dato de rendimiento aportado por el agricultor para cada cultivo y el conjunto de agua aportada en forma de precipitación y de riego. Pretende cuantificar cuánta agua se requiere por lb/mz de producción (para tomate, cebolla, chiltoma y papa) o ud/mz (para repollo). Se mide en lb/mz/mm o ud/mz/mm.

$$EUA = \frac{\text{Rendimiento}}{\text{Precipitación} + \text{Riego}} = \frac{R}{\text{Prec.} + N_b}$$

La valoración de este indicador se realiza de la misma manera que la EUMO, es decir, en base a la eficiencia que obtiene un agricultor en referencia al promedio de los agricultores de la cuenca. Se ha elegido este criterio dado que todos los agricultores usan sistemas de cultivo similares, lo que permite observar quiénes son más eficientes.

Eficiencia en el Uso del Fertilizante Nitrogenado (EUFN). Al igual que el indicador de la EUA, este indicador se basa en conocer la cantidad de nitrógeno que se necesita para producir. Sólo se pretende medir el nitrógeno aplicado en forma de fertilizante. Se mide en lb producto/lbN.

$$EUFN = \frac{\text{Rendimiento}}{N \text{ aplicado}}$$

La EUFN se valora respecto a las recomendaciones de Shany (2005) y Funica⁶ (2008) para los diferentes cultivos (Tabla 7). Estas recomendaciones se consideran el valor medio de la escala (2,5).

CULTIVO		RENDIMIENTO ¹ (lb/mz o ud/mz)	FERTILIZANTE ² (lb/mz)	EUFN (lb/lb o ud/lb)
Tomate	lb	132.300	440	300
Cebolla	lb	27.000	330	80
Chiltoma	lb	40.000	440	90
Repollo	ud	14.000	220	65
Papa	lb	35.000	440	80

TABLA 7: Rendimientos obtenidos (lb/mz y ud/mz) en función de la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado (lb/mz). Fuente: (1) Funica, 2008; (2) Shany, 2005.

(6) Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua.

4.1.2.2. Análisis de los indicadores

El dato de R es un valor que debe ser comparado respecto a un valor orientativo de los rendimientos potenciales que pueden alcanzar los cultivos en Nicaragua, pero a su vez, también debe ser comparado con los rendimientos que obtienen el resto de agricultores de tal manera que nos permita ver si las bajadas de rendimientos son por malas prácticas agrícolas de un agricultor particular o son problemas que afectan a la colectividad.

La tendencia de los rendimientos es un dato absoluto y su valor puede variar en cada parcela en función del número de años que lleve siendo cultivada (si no existen rotaciones), el manejo, el uso de agroquímicos y riego. Desgraciadamente, la ausencia de registros en la zona de estudio impide el análisis de este indicador.

Los indicadores de ER y EUA son complementarios, de tal forma que de la evaluación conjunta de ambos se puede obtener una idea de la eficiencia del uso del agua, no tanto para evaluar las pérdidas como para ver la importancia relativa del agua de riego.

Se considera que todos los criterios agroecológicos tienen la misma importancia. Debido a esto, para calcular el valor agroecológico final, se ponderan unidos los indicadores de agua. Así se evita que el criterio dedicado al agua tenga más peso que el resto. Se considera que la aportación final al criterio agroecológico debe ser del tipo: $(ER + EUA)/2$.

La EUFN debe ser contrastada con valores de eficiencia en otros lugares, puesto que bajas eficiencias podrían ser indicio de posibles contaminaciones por nitratos. Este indicador debe ser contrastado a su vez con los análisis de contaminación hídrica o edáfica.

El valor total que se le da a los criterios agroecológicos (CAG) se obtiene de:

$$CAG = \frac{R + (ER + EUA)/2 + EUFN}{3}$$

4.1.3. AMBIENTALES

Los indicadores ambientales son de tres tipos diferentes. El primer tipo que pretende medir de forma directa o indirecta la biodiversidad de la zona, mientras que el segundo tipo pretende medir la calidad de los recursos hídricos y edáficos y el tercer tipo el uso de plaguicidas.

4.1.3.1. Definición de los indicadores

Cobertura Forestal (CF). Se pretende medir la diversidad forestal, como medida directa del grado de biodiversidad vegetal, pero también como referencia indirecta del grado de biodiversidad animal y del grado de protección del suelo. Este indicador se basa en el número de agricultores que tienen cobertura forestal en la parcela. Es un porcentaje (%).

Este indicador está basado en el hecho de que los sistemas de cultivo más sostenibles son aquellos que incorporan los árboles ya que retienen mejor el suelo, disminuyendo la erosión y manteniendo a la vez la biodiversidad. Los valores que se establecen son: (0) 0; (1) 20; (2) 40; (3) 60; (4) 80; (5) 100%.

Diversidad de Fauna (DF). Ante la imposibilidad de realizar un análisis exhaustivo de la diversidad de fauna mediante métodos de transecto o de captura y dado que una gran cantidad de agricultores también realiza prácticas extractivas, este indicador se cuantifica en función de su experiencia y observación. Según la cantidad de especies de aves y pequeños mamíferos que hayan observado, se crean cuatro categorías, estableciendo un número de referencia por agricultor⁷:

Inapreciable	F0	Abundante	F2
Escaso	F1	Muy Abundante	F3

La valoración de este indicador se hace proporcional a la categoría que se obtenga, entendiendo que si la diversidad de fauna apreciada fuera muy abundante (F3) tendría un 5 en la valoración y si fuera inapreciable un 0.

Contenido de Materia Orgánica del suelo (CMO). La importancia de este indicador radica en que mide hasta qué punto el aporte de materia orgánica y nitrógeno al suelo es correcto. Si el aporte es demasiado bajo es el suelo quien tiene que aportarlo y se empobrece, con problemas de sostenibilidad asociados. Este dato se mide mediante toma de muestras y análisis en el laboratorio. Es un porcentaje (%).

La valoración de este indicador se hace a partir de lo expresado por Spring et al. (1993) que determina si el contenido de MO del suelo es correcto o no en función del pH y la clase de textura del suelo (Tabla 8).

(7) Así, si un agricultor posee su explotación dividida en más de una parcela, el indicador se calcula para cada unidad por separado.

pH	TEXTURA	DIAGNÓSTICO				
		MUY POBRE	POBRE	CORRECTO	RICO	EXCESIVO
< 5,8	cualquiera	< 2,0	2,0 – 2,5	2,5 – 3,0	3,0 – 3,5	> 3,5
5,8 – 8,3	arenosa	< 0,8	0,8 – 1,2	1,2 – 1,5	1,5 – 2,0	> 2,0
	media	< 1,2	1,2 – 1,8	1,8 – 2,3	2,3 – 3,0	> 3,0
	arcillosa	< 2,0	2,0 – 2,5	2,5 – 3,0	3,0 – 3,5	> 3,5
> 8,3	cualquiera	Valores anormalmente altos de materia orgánica debido a la ralentización de la actividad de la biomasa edáfica.				

TABLA 8: Normas de diagnóstico de la materia orgánica del suelo (en porcentaje) en función de la textura y el pH. Fuente: Spring et al. (1993).

Se establece que si el pH es < 5,8 o si está entre 5,8 y 8,3 pero la textura es arcillosa, los valores asignados son los siguientes: (0) 0; (1) 1; (2) 2; (3) 2,5; (4) 3; (5) $\geq 3,5\%$. En cambio, si el pH está entre 5,8 y 8,3 pero la textura es media, los valores asignados son: (0) 0; (1) 0,6; (2) 1,2; (3) 1,8; (4) 2,4; (5) $\geq 3,0\%$ y si es arenosa: (0) 0; (1) 0,4; (2) 0,8; (3) 1,2; (4) 1,6; (5) $\geq 2,0\%$.

Grado de Erosión del Suelo (GES). Con tal de medir de forma rápida y sencilla el grado de erosión del suelo⁸, en lugar de calcular de forma aproximada la pérdida de suelo anual mediante la fórmula universal de pérdida del suelo, se utiliza un indicador cualitativo en función de la presencia o no de erosión leve (con pequeños surcos), moderada (surcos grandes asociados a pequeñas cárcavas) o severa (grandes cárcavas). Se establecen cuatro categorías en función del grado de erosión:

Sin erosión	E0	Erosión moderada	E2
Erosión leve	E1	Erosión severa	E3

Esta estimación subjetiva se completa con la información aportada por Ponces y Orozco (2007) sobre los usos de los agricultores en la zona, especialmente con la implementación o no de prácticas de conservación de suelos, de tal manera que la valoración que se hace es la siguiente (Tabla 9):

(8) La ecuación universal de pérdida del suelo resulta demasiado compleja de aplicar debido a la cantidad de datos requeridos y la ausencia de los mismos.

GRADO DE EROSIÓN	PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN	VALOR
E0	1	5
	0	
E1	1	4
	0	3
E2	1	2
	0	1
E3	1	0
	0	

TABLA 9: Valoración del Grado de Erosión del Suelo (GES) en función del Grado de erosión observado y las presencia o ausencia de prácticas de conservación. Fuente: Elaboración propia, 2008.

E0: sin erosión; **E1:** erosión leve; **E2:** erosión moderada; **E3:** erosión severa.

0: no realiza prácticas de conservación; **1:** sí realiza prácticas de conservación.

Contaminación hídrica o edáfica por Nitratos (CN). Se pretende observar la presencia o ausencia de contaminación por nitratos en suelo y agua, lo que revelaría malas prácticas agrícolas en relación con la fertilización. Este indicador puede ser complementario al indicador agroecológico EUFN. Los resultados se muestran en mg/L (equivalentes a ppm).

El interés del indicador radica en que la prevención de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por el nitrógeno depende en gran medida de la capacidad de mantener el NO_3 del suelo por debajo de un nivel tal que pueda ser absorbido por los cultivos y así reducir la cantidad del mismo que queda retenida en el suelo después de la cosecha (Aranguren et al., 1998).

Se establece que con cantidades inferiores a 60 ppm de NO_3 retenidas en el suelo no hay problema de contaminación (Muñoz-Carpena et al., 2002), pero a medida que la concentración aumenta, el riesgo de contaminación también aumenta. Esta relación se establece como una relación directamente proporcional tal que: (0) ≥ 360 ; (1) 300; (2) 240; (3) 180; (4) 120; (5) ≤ 60 ppm.

Cantidad de Agroquímicos (CA). El objetivo de este indicador es observar hasta qué punto se realiza un uso adecuado de los agroquímicos (plaguicidas y herbicidas) que tienen un impacto directo en la ambiente. Debe aplicarse según las indicaciones técnicas de cada productor de agroquímicos. Se mide en porcentaje (%).

Este indicador se valora para cada plaguicida (insecticidas, fungicidas y herbicidas) en cada cultivo y para cada agricultor y se compara con la dosis máxima recomendada para cada cultivo por el fabricante. A partir de ese umbral, en el caso de aplicar más plaguicida del recomendado, se reduce su eficacia hasta llegar a un mínimo de 0% de eficacia. De esta manera los valores quedan: (0) 0; (1) 20; (2) 40; (3) 60; (4) 80; (5) 100%.

4.1.3.2. Análisis de los indicadores

La evaluación de estos indicadores es algo más compleja debido al carácter cualitativo de la mayoría. Así el indicador de CF debe ser analizado junto al indicador de GES, para ver hasta qué punto la presencia o ausencia de árboles está relacionada con la erosión del suelo. Sin embargo, el GES es un indicador absoluto y no se tiene que comparar con otros para dar una medida de la erosión.

Monnier (1989) afirmó que *"los niveles de materia orgánica del suelo y sus eventuales variaciones pueden ser considerados como indicadores de la interacción entre el sistema de cultivo empleado y el medio en que se practica"*. El CMO es un indicador absoluto que no debe bajar de ciertos valores según la zona de la que se trate. Además, también debe compararse con la EUFN dado que su conjunto puede reflejar un empobrecimiento general del suelo.

El indicador de DF es un indicador que junto con el indicador de CF representa una idea aproximada del grado de biodiversidad de la zona, en lo que respecta a fauna y flora. Estos indicadores pueden compararse con los indicadores de CN y CA para tener una visión de la contaminación ambiental debido a malas praxis agrícolas. Tanto el indicador de CN como el de CA se expresan como valores absolutos, que deben servir de alarma si supera un umbral establecido.

Se considera que existen tres vertientes en los indicadores ambientales. Considerando que todas las vertientes tienen el mismo peso, se ponderan de forma agrupada la biodiversidad (CF y DF), el suelo (CMO, GES y CN) y el uso de agroquímicos (CA), en la valoración final de los indicadores ambientales, de tal manera que el criterio ambiental queda:


$$CAM = \frac{(CF + DF)/2 + (CMO + GES + CN)/3 + CA}{3}$$

VARIABLE	INDICADOR	UNIDADES	VALOR ACEPTABLE
Sostenibilidad socio-económica	Ingresos	C\$ y E	> 2 \$/día
	Eficiencia en el Uso de la Mano de Obra	lb/mz/horas	–
	Número de empresarios	%	75%
	Edad Media de los Empresarios	años	45 años
Sostenibilidad agroecológica	Rendimiento	lb/mz	R nacional medio
	Eficiencia del Riego	%	50%
	Eficiencia en el Uso del Agua	lb/mz/mm	–
	Eficiencia en el Uso del Fertilizante Nitrogenado	lb producción/lb N	Según cultivo
Sostenibilidad ambiental	Cobertura Forestal	%	40%
	Diversidad de Fauna	–	Abundante
	Grado de Erosión del Suelo	–	Erosión leve
	Contenido de Materia Orgánica en el suelo	%	Según pH y textura
	Contaminación por Nitratos	ppm	Suelo < 200 ppm
	Cantidad de Agroquímicos	%	Recomendación del fabricante

TABLA 10: Resumen de variables, indicadores, unidades y valores deseables para los indicadores previstos en el proyecto.
Fuente: Elaboración propia, 2008.

4.2. TOMA DE DATOS

Según la RAE (2005) se considera muestra la “*parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa del mismo*”. La ventaja de usar muestras es que permiten obtener datos del conjunto de la población investigando un número reducido de individuos.



El tamaño de la muestra está unido a la representatividad de la misma. Existen diferentes sistemas para calcular los tamaños muestrales que se deben utilizar, sin embargo, estos métodos, que trabajan en función de la probabilidad de las diferentes variables y el error permitido son extremadamente complejos en poblaciones con pocos datos y no se consideran útiles en nuestro caso.

En igualdad de condiciones cuanto mayor sea la muestra los estadísticos calculados son más precisos, pero una muestra representativa de 50 elementos es preferible a otra no representativa de 100 (Jiménez et al., 1983). La muestra no tiene que ser proporcional a la población, de la misma manera que no existe un tamaño muestral ideal. A efectos descriptivos se considera una muestra grande cuando $n > 30$. Cuanto más homogénea es una población en las características de estudio tanto más sencillo es obtener muestras representativas con tamaños pequeños (García, 2005). El tipo de muestreo también condiciona el tamaño de la muestra. Por ejemplo, en las muestras estratificadas, el error es menor que en las no estratificadas, y también lo es el tamaño de la muestra necesario (Sierra, 1988).

4.2.1. TIPOS DE MUESTREO

Atendiendo a la naturaleza del muestreo tenemos métodos de muestreo probabilístico y métodos de muestreo no probabilístico. Existe otro grupo, no englobado en estos dos métodos anteriores que no se presenta porque no se considera interesante para el caso que nos ocupa que englobaría características temporales, combinaciones de los métodos de muestreo anteriores y algunos más (García, 2005).

El tipo de muestreo elegido dependerá de las características de cada lugar donde se quiera aplicar la metodología y de los medios con los que cuente el evaluador. En cualquier caso, el evaluador deberá elegir el que crea que sea más representativo en función de su experiencia o formación.

• MÉTODOS PROBABILÍSTICOS

Estos tipos de muestreo son de tipo aleatorio y se puede calcular de antemano la probabilidad de que cada elemento sea incluido en la muestra. Marín y Pérez (1985) considera este tipo de muestreo el más riguroso científicamente, ya que se cumple el principio de equiprobabilidad, según el cual todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de resultar elegidos para la muestra.

Existen más métodos de los presentados pero se han seleccionado únicamente los considerados más interesantes para el caso de las encuestas para la evaluación de la sostenibilidad de cultivos.

Aleatorio simple

Está considerado el más riguroso ya que garantiza plenamente la equiprobabilidad de elección de cualquier elemento y la independencia de selección de cualquier otro. El proceso consiste en definir la población que se quiere estudiar asignando un número consecutivo de 1 hasta N a cada elemento de la población, definir el tamaño de la muestra n y extraer al azar los elementos.

Los procedimientos más comunes de extracción de los elementos en este tipo de muestreo son: las tablas de números aleatorios (disponibles en manuales de estadística o internet); los sistemas de lotería y otros procedimientos de extracción al azar, incluidos las aplicaciones informáticas.

Hay que tener cuidado en poblaciones pequeñas porque a la hora de seleccionar los individuos de la muestra podemos variar la probabilidad. En el caso de una población de 50 elementos el primer seleccionado tiene una probabilidad de $1/50$, pero sin el reemplazo, la probabilidad del undécimo es $1/40$. En el caso de poblaciones muy grandes el método resulta poco práctico.

• ESTRATIFICADO

Este tipo de muestreo se utiliza cuando la población está segmentada en estratos o conjuntos homogéneos de la población respecto a la característica estudiada. Consiste en subdividir la población en estratos en función de la característica o características que se consideren y elegir la muestra para que todos los estratos estén representados.

Se pueden identificar dos tipos de muestreo estratificado:

- **Constante:** la muestra se obtiene seleccionando un número igual de individuos de cada estrato con independencia del tamaño y de la variabilidad de los estratos.
- **Proporcional:** la muestra se obtiene seleccionando un número de individuos proporcional al tamaño de cada estrato.

Por conglomerados (*clusters*) o grupos

Este muestreo es recomendable cuando los individuos de la población constituyen grupos naturales o conglomerados con características o bien cuando el muestreo individual no resulta aplicable (en poblaciones muy grandes).

Aparte del análisis necesario para establecer los conglomerados o grupos, el proceso posterior es similar al método aleatorio simple pero tomando como unidad muestral el conjunto de *clusters* y no los elementos que los constituyen. Los elementos se eligen después de seleccionar los grupos elegidos.

• MÉTODOS NO PROBABILÍSTICOS

En estas técnicas no se utiliza el muestreo aleatorio y la muestra se obtiene según el criterio del investigador, por razones económicas, de comodidad. Por esto mismo, estos métodos no usan el empleo de equiprobabilidad.

Accidental o causal

Este muestreo utiliza las muestras que tiene a su disposición, sin planificación ni selección previa. El criterio de selección depende de la posibilidad de acceder a los individuos. Este muestreo es muy débil, sin embargo puede resultar muy útil cuando no se dispone de datos o información previa. El análisis e interpretación de los resultados debe hacerse en consecuencia a la debilidad del sistema.

Intencional u optativo

En este muestreo es el investigador quien selecciona de modo directo los elementos de la muestra que van a participar en el estudio. Para la selección se estima que los individuos seleccionados son representativos o típicos de la población estudiada. Las muestras están inevitablemente sesgadas. Este método se basa totalmente en la experiencia del investigador, quien es probable que no considere toda la información igualmente válida, ya que hay opiniones más calificadas que otras.

Por cuotas

Este muestreo parte de una muestra estratificada sobre la que hay que fijar unas cuotas que son

elementos que reúnen unas determinadas condiciones y que debe respetar las proporciones del tamaño de los estratos, pero queda al arbitrio del investigador la elección de los elementos.

El riesgo de este muestreo radica en que seleccione a personas a quienes resulta más fácil localizar. De hecho, García (2005) señala que cuando se trabaja con entrevistas existe una resistencia a consultar a población dispersa por el mayor esfuerzo que supone.

4.2.2. ENCUESTAS

Es importante tener presente la veracidad de la información de las encuestas, ya sean obtenidas de forma directa o mediante técnicos que las realicen, ya que es muy fácil inducir a las respuestas o simplificar en exceso la información para ahorrar tiempo o tener mayor comodidad. Es útil introducir preguntas redundantes formuladas de forma diferente para cruzar posteriormente las respuestas y comprobar la fidelidad de las mismas.

El modelo de encuesta puede variar para ajustarse únicamente a los datos requeridos, pero a la hora de analizar los resultados y extraer conclusiones para una situación concreta es mejor contar con datos de apoyo que puedan validar y ofrecer una visión más amplia.

4.2.3. ANÁLISIS DE SUELOS

La función de los análisis de suelos es recoger información de tipo edáfico del tipo Materia Orgánica, pH, textura del suelo, cantidad de nitratos, macro y micronutrientes, relación C/N.

La metodología del muestreo es muy importante a la hora de obtener resultados adecuados, puesto que sin un buen muestreo los resultados no son representativos. Respecto a este punto, Saña et al. (1996) advierte que sea cual sea la competencia y el equipamiento del laboratorio agrícola, o la experiencia y los conocimientos agronómicos del interpretador, sólo se consigue un diagnóstico veraz de la fertilidad del suelo si el muestreo ha sido correcto.

Dado que según el objetivo perseguido los muestreos son diferentes, Guigou et al. (1989) defienden que es preferible que la persona que realice el muestreo sea un técnico pero con la colaboración imprescindible del agricultor. Los estudios de fertilidad (de parcelas o explotaciones) son de dos tipos:

- Evaluadores: son los que se han realizado en el proyecto. Pretenden diagnosticar el estado de un suelo concreto o de un grupo de suelos de una explotación, evaluar su capacidad productiva potencial y definir las medidas para alcanzarla (Decroux, 1985).
- Evolutivos o de seguimiento: pretenden constatar si las intervenciones realizadas sobre las características nutricionales (abonos de fondo) o sobre las estructurales (enmiendas) han resultado efectivas o no. Estos análisis se realizan después al cabo de un periodo de tiempo después de los estudios evaluadores.

La metodología del muestreo para los estudios de fertilidad incluye:

Delimitar la zona de muestreo:

Este paso es necesario porque las parcelas son generalmente heterogéneas (en granulometría, profundidad, contenido en piedras, mayor drenaje, enmiendas, fertilizaciones diferentes,...). Según Soltner (1990) en cultivos hortícolas aconseja no superar una hectárea en cultivos hortícolas. Dado que las parcelas con que trabajamos raramente superan esa superficie, nosotros no dividimos las parcelas.

Durante el muestreo de una zona homogénea deben evitarse aquellos puntos con características similares (Guigou et al., 1989):

- Límites de parcela (entrada, márgenes de caminos, cursos de agua, zanjas, bosques...).
- Antiguos estercoleros, áreas de almacenamiento de abonos, cercados para animales en desuso, silos-zanja,...
- Zonas donde se han realizado movimientos de tierras.

Seleccionar el sistema de muestreo:

- Los instrumentos: algunas herramientas agrícolas (pala, azada) y sondas. En nuestro caso, aunque algunos autores recomiendan las sondas, se han utilizado únicamente herramientas agrícolas. La recogida de muestras con estas herramientas debe hacerse con más precaución (Figura 3), pero es igualmente válida.



FIGURA 3: Recogida de muestras con pala. Fuente: Danés y Teixidor, 1983.

- La profundidad: desde la perspectiva del muestreo de un estudio de fertilidad se distingue en *suelo* o capa arable y *subsuelo*. El *suelo* abarca los 15 a 40 primeros centímetros y corresponde a la zona más afectada por los trabajos culturales. El *subsuelo* es la capa inmediatamente inferior y explorada por las raíces. En nuestro caso se han cogido muestras a 20 – 30 cm de profundidad, que es donde se encuentran la mayor parte de raíces en los cultivos hortícolas y además evitamos la contaminación con muestra de *subsuelo*, generalmente mucho más pobre que el *suelo*.
- La técnica: existen tres tipos de errores, de medición, propio de la técnica analítica; de muestreo, derivado de la heterogeneidad del suelo; y el error total, combinación de ambos (Figura 4). Normalmente se asume que el error de medida del laboratorio es constante y que por lo tanto, si queremos tener errores totales bajos hace falta que los errores de muestreo sean bajos (que se consigue delimitando bien la zona de muestreo y realizando repeticiones de los análisis).

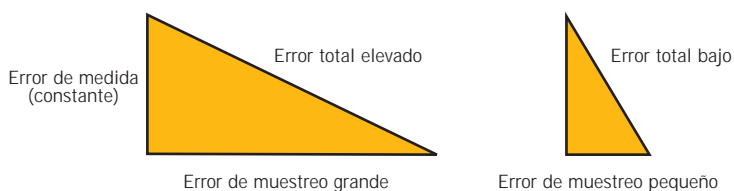


FIGURA 4: Descomposición del error total. Fuente: Diab, 1991.

Elegir la época de muestreo

Cuando la finalidad del estudio es evaluar el estado general del suelo, la época no es limitante (Saña et al., 1996). Sin embargo, en una rotación lo ideal es muestrear al final del cultivo más exigente de la misma. Cuando un suelo ya ha sido estudiado en años precedentes, lo más correcto es efectuar el muestreo en un momento parecido o comparable (el mismo mes, después del mismo cultivo de la rotación, etc.).

Los abonos fosfóricos o potásicos obligan a retrasar la operación de muestreo de 1 a 2 meses, mientras que los abonos simples nitrogenados no son un obstáculo al muestreo.

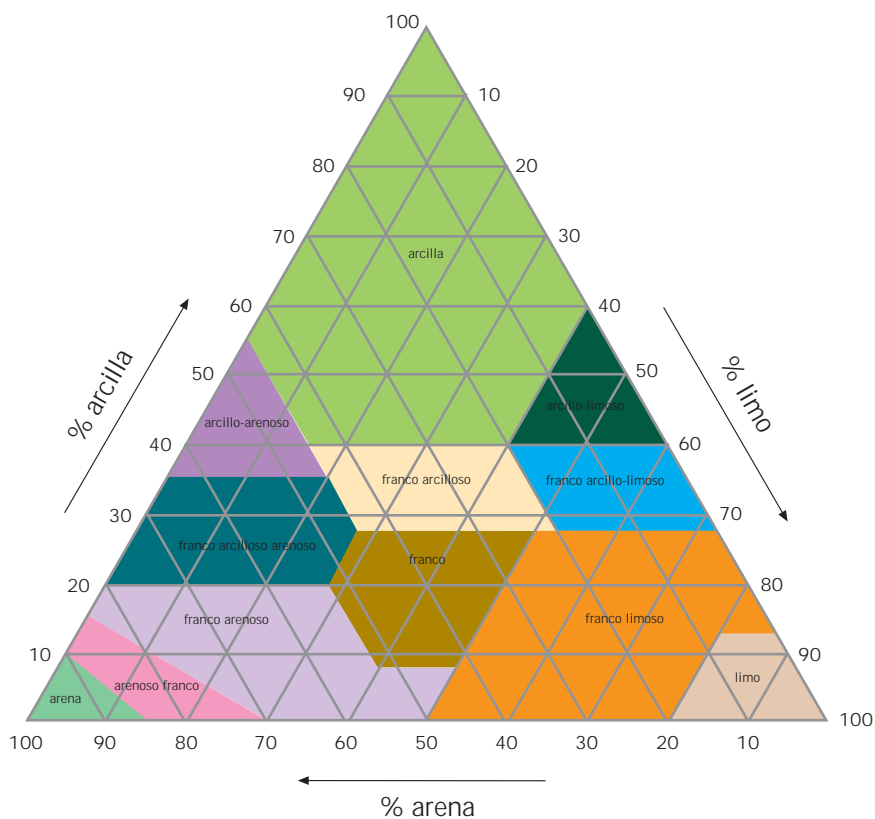


FIGURA 5: Triángulo de texturas. Fuente: USDA⁹, 1975.

4.2.4. ANÁLISIS CLUSTER

Para la elaboración de este apartado del análisis cluster se han consultado las siguientes fuentes: Gutiérrez et al. (1994); Medina (2003); Ramos (2008); Salvador (2001); Vaquerizo (2000).

⁹ United States Department of Agriculture.

El análisis cluster o de conglomerados se utiliza para determinar el número de clases en las que puede dividirse un conjunto de m objetos (animales, plantas, minerales...), cada uno de los cuales viene descrito por un conjunto de p características o variables. Este conjunto puede ordenarse en una matriz de $m \times p$:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2p} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \dots & x_{mp} \end{pmatrix}$$

- x_{11} : El primer elemento de la matriz, x_{11} , es el valor que presenta el primer individuo en la primera variable.
- x_{12} : El elemento x_{12} corresponde al valor que presenta el primer individuo en la segunda variable.
- x_{1j} : Los valores de la primera fila son los valores que presenta el primer individuo para cada una de las variables.
- x_{2j} : Los valores de la segunda fila se refieren al segundo individuo y así, cada fila referida a uno de los individuos que se estudian.
- x_{i1}, x_{i2}, \dots . Cada columna contiene los valores que toman todos los individuos para cada variable que se estudia.

La forma de agrupar los objetos en clases viene determinada por la distancia que haya entre objetos, en función del número de variables y el tipo de estadístico que utilizemos para medir dicha distancia.









Sin embargo, también puede hacerse el análisis inverso, es decir, ordenar las variables en función de su distancia para ver cuáles están más próximas entre sí, lo que indicaría que la información que se obtiene con ellas es similar. Para realizar este análisis de variables tenemos que transponer la matriz $X = m \times p \in X^T = p \times m$.

Pese a ser un procedimiento estadístico, el análisis cluster propiamente dicho es una técnica exploratoria puesto que no utiliza ningún modelo estadístico para el proceso de clasificación. Esta dicotomía permite por un lado extraer información sin imponer restricciones previas y a la vez asegurarte la supervisión del proceso ya que es el analista quién decide qué grupos de los obtenidos son significativos y cuáles no en función del conocimiento que tenga del problema (Figura 6).





Muestra: 2 tomates, 2 pimientos, 2 mangos y 2 manzanas de colores rojo y verde.











POSIBLE SOLUCIÓN 1: CLASIFICACIÓN POR COLOR

GRUPO 1: FRUTAS Y HORTALIZAS DE COLOR ROJO	GRUPO 2: FRUTAS Y HORTALIZAS DE COLOR VERDE
   	   

POSIBLE SOLUCIÓN 2: CLASIFICACIÓN POR NATURALEZA

GRUPO 1: HORTALIZAS	GRUPO 2: FRUTAS
   	   

POSIBLE SOLUCIÓN 3: CLASIFICACIÓN POR ESPECIE

GRUPO 1: TOMATES	GRUPO 2: PIMIENTOS
 	 
GRUPO 3: MANGOS	GRUPO 4: MANZANAS
 	 

POSIBLE SOLUCIÓN 4: CLASIFICACIÓN POR NATURALEZA Y COLOR









GRUPO 1: HORTALIZAS ROJAS	GRUPO 2: HORTALIZAS VERDES
 	 
GRUPO 3: FRUTAS ROJAS	GRUPO 4: FRUTAS VERDES
 	 

FIGURA 6: Ejemplo de diferentes clasificaciones de un mismo conjunto. Fuente: Elaboración propia, 2008.

Ya sean variables o individuos, la idea general es que partiendo de un conjunto de datos que contienen información sobre una muestra se puedan reorganizar en grupos relativamente homogéneos a los que se llama clusters o conglomerados. Consta de tres etapas:

- 1) Elección de las variables.
- 2) Elección de la medida de asociación.
- 3) Elección de la técnica cluster.

4.2.4.1. Elección de las variables

La elección de las variables dependerá del problema que se plantee. Hay que tener en cuenta que cada tipo de variable requerirá un tipo de análisis en función de su naturaleza y de su escala.

- Variables:
 - Variables cualitativas.
 - Ordinales (ej: nivel de estudios).
 - Nominales (ej: nacionalidad).
 - Variables cuantitativas.
 - Variables discretas (ej: número de hermanos).
 - Variables continuas (ej: peso).
- Si se pretende agrupar a los individuos en grupos se ha de realizar un análisis cluster de los individuos.
- Si se pretende agrupar las variables más parecidas se debe realizar un análisis cluster de las variables.

4.2.4.2. Elección de la medida de asociación

Para poder unir variables o individuos es necesario tener alguna medida numérica que cuantifique el grado de similitud entre cada par de objetos. Existen muchos tipos de medidas y cada una de ellas refleja asociación en un sentido particular. En función del problema concreto se elige la medida apropiada. La medida de asociación puede ser una distancia o una similitud.

- Cuando se elige una distancia como medida de asociación (por ejemplo la distancia euclídea) los grupos formados contendrán individuos parecidos de forma que la distancia entre ellos ha de ser pequeña.
- Cuando se elige una medida de similitud (por ejemplo el coeficiente de correlación) los grupos formados contendrán individuos con una similitud alta entre ellos.

Dependiendo del tipo de análisis (por variables o por individuos) que se realiza, existen distintas medidas de asociación aunque, técnicamente, todas las medidas pueden utilizarse en ambos casos.

MEDIDAS DE ASOCIACIÓN DE VARIABLES

1. Coseno del ángulo de dos vectores (invarianza, salvo signo, frente a homotecias).
2. Coeficiente de correlación (invarianza frente a traslaciones y, salvo signo, frente a homotecias).
3. Medidas para datos binarios o dicotómicos (para cada par de datos se realiza una tabla de contingencia:

X_i/X_j	1	0	Totales
1	a	b	$a + b$
0	c	d	$c + d$
Totales	$a + c$	$b + d$	$m = a + b + c + d$

Las medidas más utilizadas son:

$$\text{Medida de Parejas simples} = \frac{a + d}{a + b + c + d} = \frac{a + d}{m}$$

$$\text{Medida de Jaccard} = \frac{a}{a + b + c}$$

Ambas medidas expresan en tanto por uno el grado de acuerdo en los valores tomados para las p variables. Para los casos en los que la información que codifican los ceros y los unos no sea simétrica (los unos dan más información que los ceros) es preferible utilizar la medida de Jaccard.

MEDIDAS DE ASOCIACIÓN DE INDIVIDUOS

La distancia euclídea suele ser la medida más utilizada, sin embargo, no es invariante a cambios de escala por lo que se aconseja estandarizar los datos antes de aplicar este estadístico:

$$\text{Distancia euclídea: } d_2(x_i, x_j) = \|x_i - x_j\|_2 = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Si además de querer comparar distancias entre individuos pretendemos tener en cuenta las relaciones existentes entre las variables se aconseja utilizar la distancia de Mahalanobis:

$$\text{Distancia de Mahalanobis: } D_s(x_i, x_j) = \sqrt{(x_i - x_j)' S^{-1} (x_i - x_j)}$$

Para comparar distancias entre individuos con variables dicotómicas el método más indicado suele ser la medida de la distancia con χ^2 :

$$\text{Distancia } \chi^2: \chi^2 = m \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \frac{n_{ij}^2}{m_i \cdot m_j} - 1 \right]$$

MEDIDAS DE ASOCIACIÓN PARA DATOS DE TIPO MIXTO

En algunos casos pueden existir en la base de datos variables de tipos diferentes. Naturalmente estos datos no pueden compararse entre sí por los problemas de escala, valoración o funcionamiento. En estos casos las soluciones difieren según el analista y el problema particular. Existen algunas formas más pero éstas son las más difundidas:

- Estandarizar los valores en una escala común de tal manera que todos los individuos en todas las variables tengan valores comparables.
- Realizar análisis diferenciados entre tipos de datos e interpretar los resultados obtenidos usando el resto de las variables.

En cualquier caso el uso de estas soluciones tiene como posible coste la pérdida de información si se usan escalas menos informativas o la distorsión que se crea a la hora de incorporar información extra.

4.2.4.3. Elección de la técnica cluster

Existen muchos tipos de métodos para clasificar los resultados, sin embargo la distinción más habitual se hace entre métodos jerárquicos y métodos no jerárquicos.

MÉTODOS JERÁRQUICOS

Se trata de agrupar clusters para formar uno nuevo (método asociativo) o separar alguno ya existente para dar origen a otros dos (método disociativo) de forma que se maximice una medida de similaridad o se minimice alguna distancia.

El proceso de los métodos jerárquicos está constituido por pasos o niveles en los que sólo un objeto cambia de grupo. Si un objeto ha sido asignado a un grupo ya no cambia más de grupo. Este proceso permite construir un árbol de clasificación o dendrograma.

- Asociativos o Aglomerativos: Se parte de tantos grupos como individuos hay en el estudio y se van agrupando hasta llegar a tener todos los casos en un mismo grupo (Figura 7).

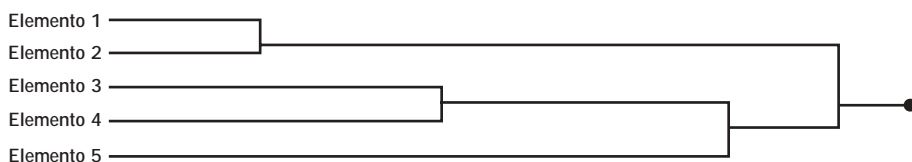


FIGURA 7: Dendrograma del proceso jerárquico aglomerativo. Fuente: Elaboración propia, 2008.

Disociativos: Se parte de un solo grupo que contiene todos los casos y a través de sucesivas divisiones se forman grupos cada vez más pequeños (Figura 8).

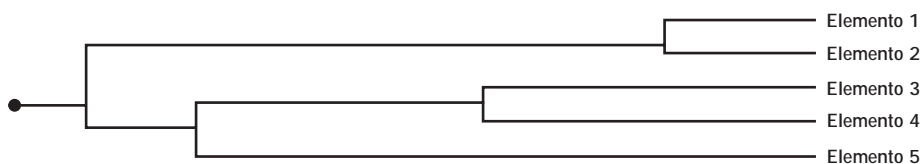


FIGURA 8: Dendrograma del proceso jerárquico disociativo. Fuente: Elaboración propia, 2008.

En los métodos jerárquicos es necesario recurrir a diversos criterios para determinar qué grupos se deben unir en cada paso del algoritmo. Cada uno de estos criterios funciona de manera diferente:

- **Métodos de enlace:**

1. **Enlace simple o vecino más próximo:** calcula la distancia entre los objetos más próximos de dos grupos o la similitud entre sus objetos más semejantes. Conduce a clusters encaadenados.
2. **Enlace completo o vecino más alejado:** mide la proximidad entre dos grupos calculando la distancia entre sus objetos más lejanos o la similitud entre sus objetos menos semejantes. Conduce a clusters compactos.
3. **Enlace medio entre grupos:** la proximidad entre dos grupos se mide calculando la media de las distancias entre objetos de ambos grupos o la media de las similitudes entre objetos de ambos grupos.
4. **Enlace medio dentro de los grupos:** la distancia media existente entre los individuos del grupo unión de dos grupos sirve como medida de proximidad entre dos grupos.

- **Métodos del centroide y de la mediana:**

Estos dos métodos miden la proximidad entre dos grupos como la distancia entre los centroides de los dos grupos. La diferencia entre los dos métodos estriba en la forma de calcular los centroides, ya que el método del centroide utiliza las medias de todas las variables, mientras que el método de la mediana calcula el centroide como la media de los centroides de los grupos que se unen.

- **Método de Ward:**

Agrupar de forma jerárquica elementos mediante la minimización de la Variación Intra Grupal. Este método tiende a generar conglomerados demasiado pequeños pero muy equilibrados en tamaño.

MÉTODOS NO JERÁRQUICOS

Están diseñados principalmente para la clasificación de individuos. El procedimiento es elegir una partición de los individuos en K grupos e intercambiar los miembros de los clusters para tener una partición mejor.

- **Método de las K-medias:**

En este método no es necesario medir distancias o similitudes (no es un método jerárquico) lo que implica que la clasificación se hace en un solo paso agrupando los casos a los grupos con el centroide más próximo.

Éste es un método iterativo en el que se parte de tantos grupos como casos y se calculan los centroides respecto a cada uno de ellos y se asignan los más próximos. A continuación se recalcula el centroide de cada grupo después de cada asignación y tomando esos centroides como fijos y se vuelven a asignar los individuos al centroide más próximo. El proceso se repite hasta que ningún individuo cambie de grupo.

Dado que este tipo de métodos son muy sensibles a la solución inicial (en este tipo de métodos hay que indicarles el número de clusters que se quieren crear) es interesante aplicar primero un análisis jerárquico que nos permite tener una orientación sobre el número de grupos y posteriormente aplicar un análisis no jerárquico que afine en la clasificación.

4.2.4.4. Validación de los grupos

La determinación del número de grupos es la parte más subjetiva del proceso, sin embargo, existen diferentes métodos de determinación y validación de los grupos. El método más sencillo es el visual, sin embargo, cuando existen muchos grupos es difícil poder apreciar donde establecer la línea de corte (Figura 9).

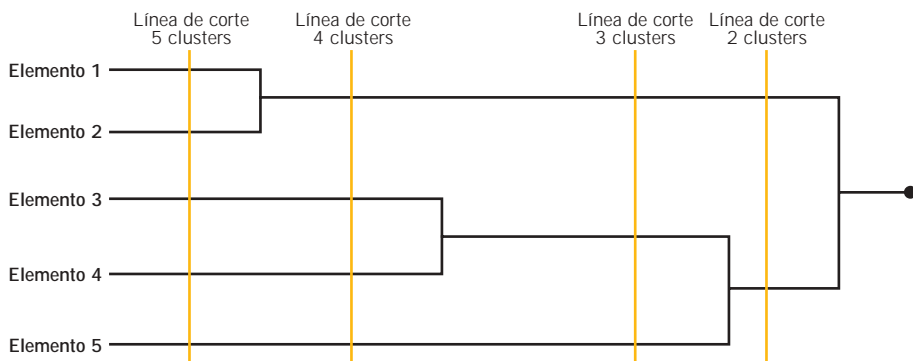


FIGURA 9: Dendrograma con diferentes posibilidades de líneas de corte. Fuente: Elaboración propia.

Otro método interesante por su sencillez consiste en observar la matriz de distancias de aglomeración y localizar en que iteraciones las distancias pegan saltos mayores (Tabla 11).

ITERACIÓN	Nº CLUSTERS	CLUSTER COMBINADO		COEFICIENTES	APARICIÓN DE CLUSTER COMBINADO		PRÓXIMA ITERACIÓN
		CLUSTER 1	CLUSTER 2		CLUSTER 1	CLUSTER 2	
0	6	–	–	–	–	–	–
1	5	1	2	,847	0	0	3
2	4	4	5	,621	0	0	4
3	3	1	3	-,013	1	0	5
4	2	4	6	-,102	2	0	5
5	1	1	4	-,292	3	4	0

TABLA 11: Ejemplo de tabla de resultados del análisis cluster. Fuente: Elaboración propia, 2008.

A partir de aquí hay diferentes formas de actuar: el criterio de Mojena establece unas relaciones en función de similitudes o distancias y calcula el número de grupos mientras que el método del codazo representa las distancias en una escala gráfica y visualmente señala el punto. Además de estos dos métodos existen muchos más para determinar el número de grupos: análisis de varianza entre grupos obtenidos (Figura 10); reconstruir la matriz de distancias original y establecer los grupos; coeficientes de concordancia de Kendall...

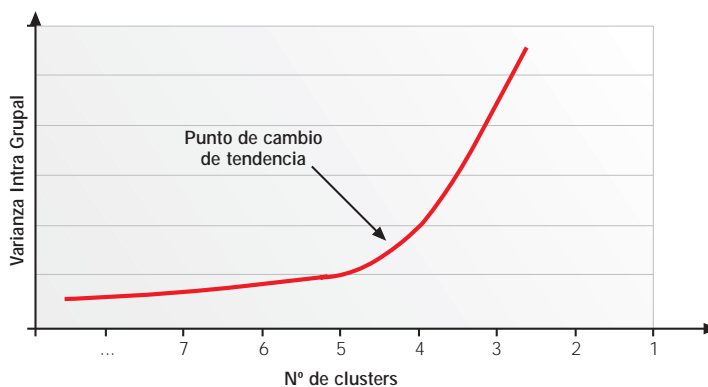



FIGURA 10: Representación gráfica del método de análisis de varianza entre grupos. Fuente: Elaboración propia, 2008.



Dado el carácter subjetivo del análisis cluster, la interpretación de la clasificación requiere un conocimiento profundo del problema por parte del analista, puesto que ni siquiera utilizando el coeficiente de correlación se puede estar seguro de que los grupos obtenidos sean significativos ya que pueden aparecer correlaciones estadísticas que nada tengan que ver en la realidad. En los casos en los que puedan aparecer dudas, existen herramientas útiles para la interpretación de los resultados:

- Realizar pruebas Anova o M-anova para poder establecer qué grupos son significativamente distintos y en qué variables son las que radica la significación.
- Realizar análisis discriminantes.
- Realizar análisis factoriales o de componentes principales.
- Calcular perfiles medios por grupos y compararlos.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso R., C. 2007. Estudio de los Recursos Hídricos de la Cuenca Alta del Río Viejo (Jinotega, Nicaragua), en el marco de un proyecto de cooperación al desarrollo. Universidad de Alcalá de Henares. España.

Altieri, M.A. y Nicholls, C.I. 1999. Biodiversity, ecosystem function and insect pest management in agricultural systems. Biodiversity in Agroecosystems. Collins WW & CO Qualset (Eds.) CRC Press, Boca Raton.

Aranguren, J., Bernaudo, G. y Ruiz, A. 1998. CREA. Arroz. Cuaderno de Actualización Técnica N° 61. Noviembre. Pag. 6 a 13. Buenos Aires.

Banco Central de Nicaragua. 2008. Tipos de cambio. Publicado en Internet <http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/tasas/cambio/> [18 de junio, 2008].

Danés, R. y Teixidor, N. 1983. Normes per a la presa de mostres de terra amb la finalitat de realitzar estudis de fertilitat. Fulls d'informació n° 11. DARP-Generalitat de Catalunya.

Decroux, J. 1985. Le prélèvement des échantillons. Cultivar (dossier analyse), 184 pp, 99-101.

Diab, M. 1991. L'échantillonnage d'un sol: une operation plus delicate qu'il n'y parait. Cultivar 289 pp. 71-73.

Doorenbos, J. y Pruitt, W.O. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje 24. 194 p., Roma, Italia.

Doorenbos, J.; Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper 33. FAO. Roma.

FAO. 2002. Cumbre Mundial de la Alimentación. Cinco años después. Soberanía Alimentaria: un derecho para todos. Declaración política del Foro de las ONG/OSC para la Soberanía Alimentaria. Publicado en Internet <http://www.fao.org/regional/LAmerica/cma/declaracion%20final-ong.htm> [01 de agosto, 2008].

FUNICA. 2008. Catálogo de tecnologías agropecuarias y forestales. Publicado en Internet <http://www.funica.org.ni/cultivos-diversos.php> [03 de junio, 2008].

García M., T. 2005. Etapas del proceso investigador. Población y Muestra. Publicado en Internet <http://www3.unileon.es/dp/ado/ENRIQUE/Diversid/Webquest/poblacionmuestra.doc> [06 de marzo, 2008].

Gómez Sal. A. 2000. The variability of Mediterranean climate as an ecological condition of livestock production systems. In: *Livestock Production and climatic uncertainty in the Mediterranean*. F. Guessous, N. Rihani y Iliham, A. (eds.). EAAP publication N° 94. Wageningen. Pp. 3-12.

Guigou, B., Thonnellier, B., Duzan, B. y Félix-Faure, B. 1989. Pour valoriser les analyses de sol. Purpan 134 pp. 3-88.

Gutiérrez, F. R., González, A., Torres, F., Gallardo, J.A. 1994. "Técnicas de Análisis de datos Multivariable. Tratamiento computacional". Universidad de Granada.

Jiménez F., C., López-Barjas Z., E. y Pérez J., R. 1983. Población y muestra. El muestreo. Pedagogía Experimental II. Tomo I. UNED. Madrid. pp. 229-258.

Labrador M., J. 2002. La materia orgánica en los agrosistemas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Mundi-Prensa, Madrid, España.

Lewandowski, I., Härdtlein, M., Kaltschmitt, M. 1999. Sustainable crop production: definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. Crop Science 39, 184-193.

MARENA. 2007. Mejorando el Ambiente, mejora la Gente! Publicado en Internet <http://www.marena.gob.ni/planificacion/pdf/POLITICAS%20DEL%20MARENA%20Y%20POA%202007.pdf> [06 de marzo, 2008].

Marín I., R. y Pérez S., G. 1985. El muestreo. Tema 6. Pedagogía Social y Sociología de la Educación. Unidades Didácticas 1, 2 y 3. UNED, Madrid. pp. 161-186.

Medina M., E. 2003. Análisis cluster. Informática aplicada al análisis económico. Fondo Social Europeo. Publicado en Internet http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/rmc/documentos/cluster.PDF [06 de marzo, 2008].

Medina, J. 1997. Riego por Goteo. Teoría y Práctica. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 301p.

Monnier, G. 1989. Le statut organique des sols: indicateur et facteur de fertilité. Cultivar, 254: 20-21.

Muñoz-Carpena, R., Ritter, A., Socorro, A.R. y Pérez, N. 2002. Contaminación por nitratos en plataneras regadas por aspersión. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, La Laguna, Tenerife, España.

ONU. 1992. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil. Publicado en Internet <http://www.un.org/documents/ga/conf151/spanish/aconf15126-1annex1s.htm> [05 de agosto, 2008].

Pallais C., N. 2004. Manejo Integrado de Plagas. Guía MIP en el cultivo de la papa. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua.

Pallais C., N. 2004. Manejo Integrado de Plagas. Guía MIP en el cultivo de la cebolla. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua.

Pallais C., N. 2004. Manejo Integrado de Plagas. Guía MIP en el cultivo de la chiltoma. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua.

- Pallais C., N. 2004. Manejo Integrado de Plagas. Guía MIP en el cultivo del repollo. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua.
- Pallais C., N. 2004. Manejo Integrado de Plagas. Guía MIP en el cultivo del tomate. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua.
- Ponces, L. y Orozco, P. 2007. "Manejo de Subcuencas y Medio Ambiente". PIMCHAS, MARENA y Alianza Terrena. Managua, Nicaragua.
- RAE. 2005. Diccionario de la Lengua Española. Disponible en: <http://www.rae.es/> [06 de marzo, 2008].
- Ramos D., A. M. 2008. SPSS Tutorial. Publicado en Internet <http://webpages.ull.es/users/aramos/CLUSTERS.ppt> [06 de marzo, 2008].
- Rodríguez A., T.E. 2005. productiva de la zona seca del municipio de La Concordia, Jinotega, Nicaragua. AECE e ISF-ApD, Madrid, España.
- Rodríguez A., T.E. 2005. Diagnóstico Socioeconómico de las familias productoras de la cuenca del Río Viejo del Municipio de La Concordia. Proyecto de Reactivación productiva de la zona seca del municipio de La Concordia, Jinotega, Nicaragua. AECE e ISF-ApD, Madrid, España.
- Salvador F. M. 2001. Análisis de conglomerados o cluster. Lección estadística. Publicado en Internet <http://www.5campus.org/leccion/cluster> [06 de marzo, 2008].
- Saña, J.; Moré, J.C. y Cohí, A. 1996. La gestión de la fertilidad de los suelos. 277 pp. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España.
- Shany, M. 2005. Manual Agrotécnico para el cultivo hortícola intensivo en Nicaragua. Centro de Cooperación Internacional de Israel (MASHAV), USAID, Universidad Estatal de Michigan (MSU) e IICA. Managua, Nicaragua. 22 p.
- Sierra B., R. 1988. Técnicas de investigación Social. Teoría y Ejercicios. Paraninfo, Madrid.
- Soltner, D. 1990. Les bases de la production végétale (I): le sol. 18 ed. Coll. Sci. Tech. Agricoles.
- Spring, J.L.; Chapuis, P.; Évéquoz, C.; Girardet, G.; Ryser, J.P.; Schmid, C.; Terrettaz, R.; Thentz, M. y Vanetti, R. 1993. La fertilisation des arbres fruitiers, kiwis et des arbustes à baies. Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 25, pp. 189–199.
- USDA. 1975. Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture, Washington D.C., 754 pp.
- Vaquerizo R., R. 2000. Análisis de conglomerados (cluster). Curso Introductorio de R. Publicado en Internet http://es.geocities.com/r_vaquerizo/Manual_R_menu.htm [06 de marzo, 2008].



EVALUACIÓN

de la **sostenibilidad**
de **cultivos: aplicación**
a La **Concordia**



EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE CULTIVOS: APLICACIÓN A LA CONCORDIA

1. INTRODUCCIÓN	62
2. OBJETIVOS	64
3. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO VIEJO.....	65
3.1. Descripción geográfica.	66
3.1.1. Topografía	70
3.1.2. Suelo.	71
3.1.3. Clima.	75
3.2. Descripción biofísica.....	77
3.2.1. Población.....	77
3.2.2. Infraestructuras.....	78
3.2.3. Usos del suelo	81
3.2.4. Seguridad alimentaria.....	86
3.3. Descripción agrícola	91
3.3.1. Sistemas de cultivo	92
3.3.1.1. Calendario	96
3.3.1.2. Zonificación	97
3.3.1.3. Aplicación a la concordia	99
3.3.2. TIPOS DE PRODUCTORES.....	99

SOSTENIBILIDAD CONCORDIA A LA CONCORDIA

4. TOMA DE DATOS.....	106
4.1. Encuestas.....	106
4.2. Análisis de suelos.....	117
5. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD.....	118
5.1. Indicadores socio-económicas.....	118
5.2. Indicadores agroecológicos.....	125
5.3. Indicadores ambientales.....	133
5.4. Diagramas de sostenibilidad.....	137
5.5. Escenarios futuros.....	139
5.5.1. Cambio climático.....	139
5.5.2. Resistencia de plagas.....	140
5.5.3. Pérdida de suelos.....	141
5.5.4. Escasez de agua.....	145
5.6. Análisis cluster.....	147
6. CONCLUSIONES.....	152
BIBLIOGRAFÍA.....	153
ANEJO I. HOJAS DE CULTIVO Y MÁRGENES BRUTOS OBSERVADOS.....	158
TABLA DE EQUIVALENCIAS.....	173

relación de tablas

Tabla 1: Usos del suelo en el Área Protegida de Miraflores-Moropotente.

Tabla 2: Usos del suelo en la parte alta de la cuenca del río Viejo.

Tabla 3: Información sobre grupos socio-económicos en la zona alta.

Tabla 4: Información sobre grupos socio-económicos en la zona baja.

Tabla 5: Distribución de las familias y la superficie de tierras (%) en función de la zona y la tipología de agricultor.

Tabla 6: Valores de sostenibilidad socio-económica para la cuenca alta, baja y total así como el mínimo aceptable y el óptimo.

Tabla 7: Precios en origen y destino (C\$/lb para tomate, cebolla, chiltoma y papa; C\$/ud para repollo).

Tabla 8: Desglose de los costes de producción en porcentaje según cultivos.

Tabla 9: Cantidad y composición del estiércol producido según especies.

Tabla 10: Cantidades de estiércol y frecuencia de aporte en condiciones medias.

Tabla 11: Valores de sostenibilidad agroecológica para la cuenca alta, baja y total así como el mínimo aceptable y el óptimo.

Tabla 12: Eficiencias de riego (%) según sistema y localización en la cuenca.

Tabla 13: Densidades de siembra y trasplante y profundidad de siembra para diferentes cultivos.

Tabla 14: Valores de sostenibilidad ambiental para la cuenca alta, baja y total así como el mínimo aceptable y el óptimo.

Tabla 15: Resumen de los resultados de obtenidos según el criterio de sostenibilidad.

Tabla 16: Rangos de temperatura (°C) para el cultivo de diferentes hortalizas.

Tabla 17: Tipos de fertilización aplicados al maíz en Hawaii (trópico húmedo).

Tabla 18: Nivel de erosión permisible (t/ha/año) según el tipo de suelo.

Tabla 19: Tabla de resultados del análisis cluster del criterio socio-económico.

Tabla 20: Tabla de resultados del análisis cluster del criterio agroecológico.

Tabla 21: Tabla de resultados del análisis cluster del criterio ambiental.

Tabla 22: Número de Empresarios (NE); Edad Media de los Empresarios (EME); Cobertura Forestal (CF); Diversidad de Fauna (DF); Cantidad de Materia Orgánica (CMO); Grado de Erosión del Suelo (GES); Prácticas de Conservación (PC); Contaminación por Nitratos (CN).

Tabla 23: Resultados cultivo: Tomate (I).

Tabla 24: Resultados cultivo: Tomate (II).

Tabla 25: Resultados cultivo: Cebolla (I).

Tabla 26: Resultados cultivo: Cebolla (II).

Tabla 27: Resultados cultivo: Chiltoma (I).

Tabla 28: Resultados cultivo: Chiltoma (II).

Tabla 29: Resultados cultivo: Repollo (I).

Tabla 30: Resultados cultivo: Repollo (II).

Tabla 31: Resultados cultivo: Patata (I).

Tabla 32: Resultados cultivo: Patata (II).

Tabla 33: Uso de Plaguicidas.

Tabla 34: Resultados de los muestreos realizados en diferentes parcelas de la cuenca del Río Viejo (I).

Tabla 35: Resultados de los muestreos realizados en diferentes parcelas de la cuenca del Río Viejo (II).

Tabla 36: Métodos de extracción utilizados para los análisis de suelos.

relación de figuras

Figura 1: Mapa mundial de la subnutrición por países en función del porcentaje de población total subnutrida.

Figura 2: Cuencas hidrográficas de Nicaragua y ubicación de la subcuenca del río Viejo.

Figura 3: Microcuencas de parte alta de la subcuenca del río Viejo.

Figura 4: Mapa de los municipios que participan del Comité Trimunicipal de la parte alta del río Viejo.

Figura 5: Límite del Área Protegida de Miraflores-Moropotente en La Pita y Güis canal en los que se advierte del peligro de la erosión.

Figura 6: Curva hipsométrica con indicación de la altura mediana en la PASRV.

Figura 7: Efectos de la tala de árboles en Jinotega y San Ramón.

Figura 8: Geología de la parte alta de la subcuenca del río Viejo.

Figura 9: Distribución mensual de la precipitación en San Sebastián de Yalí.

Figura 10: Distribución mensual de la precipitación en La Concordia.

Figura 11: Temperaturas media, máxima y mínima en Jinotega para el periodo 2000 – 2005.

Figura 12: Proyección de la población al 2004 por rangos de edad y porcentaje en el municipio de La Concordia, Jinotega.

Figura 13: Distribución por sectores productivos de la Población Económicamente Activa en el municipio de La Concordia.

Figura 14: Red de carreteras en el municipio de La Concordia y en Parte Alta de la Subcuenca del Río Viejo.

Figura 15: Vistas de las carreteras y los accesos en Namanjí (izquierda y centro) y de la carretera La Concordia-Güis canal (cuenca baja).

Figura 16: Camino de Arenilla (izquierda), camino La Rinconada-La Pita (centro) y camino San Ramón-Boniche (derecha) en la cuenca alta.

Figura 17: Cultivos de sorgo (izquierda), repollo y papaya (derecha) en Namanjí en la cuenca baja.

Figura 18: Cosecha de cebolla (izquierda) y tomate (derecha) en Yupali, cuenca baja.

Figura 19: Cultivos de maíz y frijol (arriba izquierda), caña de azúcar (arriba derecha), cebolla (abajo izquierda) y frutales y pipián (abajo derecha) en Valerio.

Figura 20: Cultivos de maíz en Zapote Occidental (izquierda) y tomate en Coyolito (derecha) en la cuenca baja.

Figura 21: Instalaciones para vacas (izquierda) y cochiqueras (derecha) en diversas poblaciones de la cuenca baja.

Figura 22: Cultivo de papa (izquierda) y café (derecha) en Arenilla (cuenca alta).

Figura 23: Cultivo de repollo (arriba izquierda), cebolla (arriba derecha), tomate (abajo izquierda) y maracuyá (abajo derecha) en La Rinconada, en la cuenca alta.

Figura 24: Cultivo de manzanilla (arriba izquierda), café con sombra de guineos (arriba derecha), malanga (abajo izquierda) y papa (abajo derecha) en La Esperanza (cuenca alta).

Figura 25: Cultivo de papa (izquierda) y café con sombra de guineo (derecha) en San Ramón (cuenca alta).

Figura 26: Ganadería de doble propósito en Güis canal (arriba izquierda), La Pita (arriba derecha) y San Ramón (abajo centro).

Figura 27: Porcentajes estimados de consumo anual de alimentos por familia en la zona cafetalera-ganadera.

Figura 28: Porcentajes estimados de los ingresos estimados de las familias en la zona cafetalera-ganadera.

Figura 29: Porcentajes estimados de consumo anual de alimentos por familia en la zona de agricultura de subsistencia, café y tabaco.

Figura 30: Porcentajes estimados de los ingresos estimados de las familias en la zona de agricultura de subsistencia, café y tabaco.

Figura 31: Distribución del número de explotaciones en función de su tamaño.

Figura 32: Carreta y arado de bueyes en Coyolito.

Figura 33: Cebolla y tomate por inundación (izquierda y centro) y riego por goteo abandonado (derecha) en Coyolito.

Figura 34: Aplicaciones de plaguicidas, eliminación de malas hierbas en Namanjá.

Figura 35: Remansos de agua para captaciones en Valerio.

Figura 36: Pila de riego en Zapote Occidental en la cuenca baja (izquierda) y captación desde un manantial en San Ramón en la cuenca alta (derecha).

Figura 37: Pila y pozo de captación de agua en La Rinconada.

Figura 38: Riego por aspersión en patata (izquierda) y goteo en tomate (derecha) en Arenilla en la cuenca alta.

Figura 39: Sistemas de acopio y transporte.

Figura 40: Riego por goteo para cebolla en La Pita (izquierda) y La Rinconada (derecha).

Figura 41: Riego por aspersión (izquierda) y goteo (derecha) para papa en San Ramón.

Figura 42: Zonas agrarias de Nicaragua.

Figura 43: Zonas de medios de vida de Nicaragua.

Figura 44: Distribución de la producción agropecuaria de los semi-campesinos.

Figura 45: Distribución de la producción agropecuaria de los campesinos intensivos.

Figura 46: Distribución de la producción agropecuaria de los campesinos extensivos.

Figura 47: Distribución de la producción agropecuaria de los finqueros cafetaleros.

Figura 48: Distribución de la producción agropecuaria de los finqueros ganaderos.

Figura 49: Distribución de la producción agropecuaria de los empresarios agrarios ganaderos.

Figura 50: Distribución de las entrevistas realizadas respecto al conjunto de agricultores con los que trabaja ISF-ApD.

Figura 51: Diagrama de sostenibilidad socio-económica en el total de la cuenca.

Figura 52: Frecuencia de edades entre los agricultores de la cuenca.

Figura 53: Diagrama de sostenibilidad agroecológica en el total de la cuenca.

Figura 54: Asimilabilidad de los nutrientes a diferentes pH del suelo.

Figura 55: Rangos de pH (tolerable y óptimo) para diferentes cultivos.

Figura 56: Rotación de cultivos en una misma parcela y alternativas.

Figura 57: Diagrama de sostenibilidad ambiental en el total de la cuenca.

Figura 58: Diagramas de sostenibilidad en la cuenca.

Figura 59: Temperatura actual de Nicaragua (izquierda) y previsión a medio y largo plazo según el modelo HadGCM.

Figura 60: Evolución de la cobertura forestal en Nicaragua desde el año 1983 (izquierda) al año 2000 (derecha).

Figura 61: Comparación de Rendimientos (Y) con dos niveles de Tecnología (T1 y T2) en función de la Calidad de suelo (sa y sb) que es función de la Erosión (E).

Figura 62: Rendimiento del maíz (kg/ha) en función de la pérdida de suelo (cm) y el nivel de fertilización aplicado (F0, F1, F2) en Hawaii (trópico húmedo).

Figura 63: Dendograma del análisis cluster del criterio socio-económico.

Figura 64: Dendograma del análisis cluster del criterio agroecológico.

Figura 65: Dendograma del análisis cluster del criterio ambiental.



1. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua el nivel de población subnutrida se mantiene prácticamente constante desde la década de los '90, en torno al 1,2 – 1,5 millones de personas subnutridas (FAO¹, 2005). En términos relativos, el porcentaje de población subnutrida ha descendido debido a un fuerte incremento de la población nicaragüense (de 3,9 a 5,2 millones de habitantes) pasando del 30% al 27% (Figura 1).

Según datos de FAO (2005) pese al descenso en los niveles de subnutrición que han producido, Nicaragua es el país que mayor porcentaje de población subnutrida tiene en relación con los demás países de su entorno (el 30% frente al 19% de media en Centroamérica).

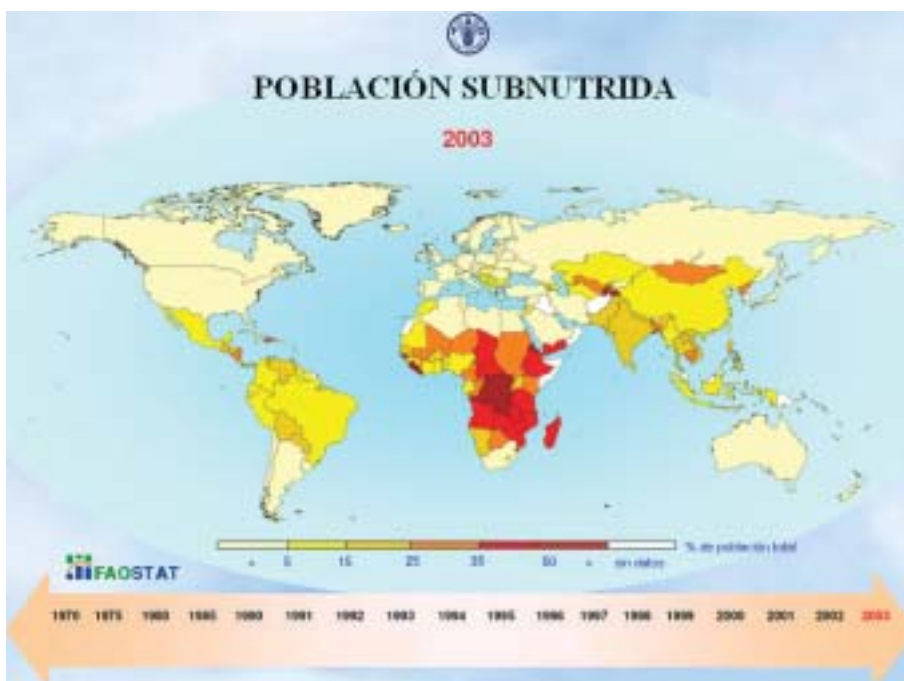


FIGURA 1: Mapa mundial de la subnutrición por países en función del porcentaje de población total subnutrida.
Fuente: FAO, 2003.

(1) Food and Agriculture Organization.

El balance neto en toda Nicaragua entre la energía requerida y la energía consumida (en kcal/persona/día) en la dieta es positivo, si bien desde hace años se observa un descenso del consumo y un incremento de las necesidades; se estima que para los años 2002 – 04 las necesidades fueron de 1.820 kcal/persona/día y el consumo de 2.290 kcal/persona/día (FAO, 2005). Del análisis de estos datos se deduce que el principal problema de subnutrición en Nicaragua no es el consumo de energía sino el consumo de proteínas de alta calidad y vegetales en general.

Los datos de FAO (2006) muestran que el consumo de alimentos proteicos como carnes y pescado es muy bajo en todo el país, así sólo el 59,6% de los hogares consume carne de ave, el 25,9% carne de res, el 15,3% carne de cerdo y el 16,1% pescado. De esta manera, el frijol se convierte en la principal fuente de proteína (el 96,2% de los hogares consume frijol).

Por lo que respecta al consumo de vegetales, únicamente la cebolla (94,2%) y la chiltoma y el tomate (91,8%) son consumidos mayoritariamente en el país. Los bananos, ya sean verdes o maduros, apenas superan el 50% de hogares que los consuman de forma habitual y el resto de frutas, verduras y hortalizas sólo son consumidas por un porcentaje muy reducido de la población (FAO, 2006).

Entre las causas que afectan a la subnutrición en Nicaragua aparecen el reparto desigual de los ingresos (el 45,1% de la población vive en la pobreza extrema² y el 79,9% en la pobreza³, según datos de PNUD⁴, 2007), con un índice de Gini⁵ del 0,55 en 2001, lo que conforma un acceso también desigual a los alimentos; y la diferencia de ingresos entre las zonas urbanas (mayores) y rurales (menores), que todavía acentúa más en las zonas rurales el consumo deficitario de proteína (FAO, 2005).

(2) Menos de 1 US \$ al día.

(3) Menos de 2 US \$ al día.

(4) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

(5) Índice de concentración de la riqueza. Su valor oscila entre cero y uno. Cuanto más próximo a uno, más desigual será la concentración de riqueza; cuanto más próximo a cero, más equitativa.



2. OBJETIVOS

El presente trabajo tiene por objetivo principal evaluar la sostenibilidad de diferentes sistemas de cultivo empleados en los municipios de San Sebastián de Yalí, La Concordia y San Rafael del Norte, en el departamento de Jinotega, Nicaragua mediante una metodología de técnicas de agricultura sostenible para reactivación productiva agraria que sirva a planificadores, personal técnico y técnicos agrarios en clima tropical seco.

Para poder alcanzar los objetivos marcados se establecerán varios objetivos específicos:

- Estudio agronómico de los principales cultivos hortícolas de la zona (**tomate**, *Lycopersicon lycopersicum* (L.) Farrell.; **chiltoma**, *Capsicum annuum* L.; **cebolla**, *Allium cepa* L.; **repollo**, *Brassica oleracea* L.; y **papa**, *Solanum tuberosum* L.).
- Ofrecer posibles soluciones a los problemas de carácter técnico que se puedan dar desde un punto de vista sostenible.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO VIEJO

Nicaragua está dividida en 21 cuencas hidrográficas (Figura 2) de las que 13 vierten al océano Atlántico (estas cuencas ocupan el 90% del territorio) y ocho al océano Pacífico (que ocupan el otro 10%). La cuenca del río San Juan, de la que es tributario el río Viejo, ocupa 29.824 km² y drena sus aguas en el Atlántico. Los ríos que vierten al Caribe se caracterizan por tener mayor caudal que los que vierten al Pacífico y por ser permanentes (INETER⁶, 1999).



FIGURA 2: Cuencas hidrográficas de Nicaragua y ubicación de la subcuenca del río Viejo.
Fuente: INETER, 1999.

(6) Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.



Según Mijail y Siria (2006) el río Viejo nace en la microcuenca de La Brellera, en el municipio de San Rafael del Norte y va a desembocar al Lago de Managua (Figura 2). La longitud total del cauce principal es de 157 km (INETER, 1999) y la cuenca de drenaje es de aproximadamente 1.529 km² (INETER, 2001).

3.1. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

De acuerdo con la división que realizaron Bucardo y Franco para el MAGFOR⁷ (2004) la Parte Alta de la Subcuenca del Río Viejo (PASRV) se extiende hasta la unión con el afluente La Guanábana e incluye ocho microcuencas (Chichiguas, La Peña, La Brellera, San Vicente de Coyoilito, Quebrada Honda, Güis canal, La Concordia y San Rafael del Norte) que cubren un total de 112,29 km². Sin embargo esta división no es compartida en el proyecto del MARENA *Proyecto Integral de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Agua y Saneamiento* (Ponces y Orozco, 2007) que incluye hasta 17 microcuencas (las ocho anteriores más La Pita Los Araditos el Zarzal, Hato Caído, Namanj, La Rinconada, Nacascolo, San Marcos y Sacacil) y amplía considerablemente el territorio de la PASRV hasta 244,26 km² de área de drenaje y un perímetro de 76,01 km (Figura 3).

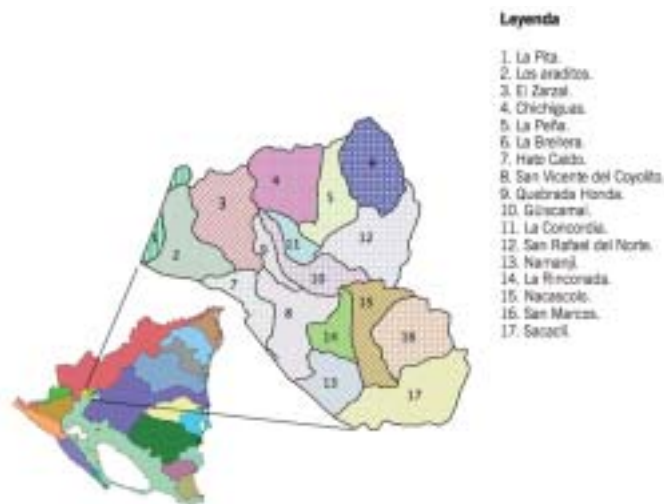


FIGURA 3: Microcuencas de parte alta de la subcuenca del río Viejo. Fuente: Ponces y Orozco, 2007.

(7) Ministerio Agropecuario y Forestal.

Atendiendo a la división del MARENA, la PASRV está ubicada en la región norte y central de Nicaragua (localizada entre las coordenadas: 13°05'00" y 13°16'26" latitud Norte y entre los 86°04'02" y 86°15'45" de longitud Oeste), entre los departamentos de Jinotega y Estelí (Ponces y Orozco, 2007).

Las 17 microcuencas que tiene la PASRV contienen un total de 147 corrientes tributarias, de los 144 son afluentes efímeras muy bifurcadas y los otros tres son el río principal, con escorrentía permanente, denominado río Viejo, un río de escorrentía permanente de caudal angosto y un afluente de cauce ancho con corriente efímera. La red de drenaje presenta un orden de cuatro (Ponces y Orozco, 2007).

Según Ponces y Orozco (2007) la densidad de drenaje (D) es de 0,95 km/km² lo que representaría un drenaje pobre –Strahler (1952) observó valores de D desde 0,2 km/km² para cuencas con drenaje pobre hasta 250 km/km² para cuencas muy bien drenadas–.

Respecto a la forma de PASRV, el índice de Gravelius o coeficiente de compacidad (K_c) queda:

$$K_c = 0,282 \times \frac{\text{Perímetro de la cuenca}}{\sqrt{\text{Área de la cuenca}}} = 0,282 \times \frac{76,01}{\sqrt{244,26}} = 1,37$$

y el factor de forma (K_f), siendo la longitud del cauce principal de 31,73 km:

$$K_f = \frac{\text{Área de la cuenca}}{\text{Longitud del cauce principal}^2} = \frac{244,26}{31,73^2} = 0,24$$

Del análisis de los factores de forma se observa que esta cuenca tiene poco riesgo de recibir en una tormenta más agua de la que drena, con lo que el agua que se recoge en los puntos más alejados del punto de drenaje tiene mucho tiempo de escurrimiento y por lo tanto, la cuenca está poco sujeta a crecidas.

Políticamente, la PASRV está comprendida entre los municipios de San Sebastián de Yalí, San Rafael del Norte y La Concordia (Figura 4), por lo que se ha creado un comité trimunicipal de la PASRV cuyo objetivo es *ser el organismo local, eficiente en la gestión de recursos hídricos y rector de acciones que contribuyan al desarrollo sostenible en la parte alta de la subcuenca del río Viejo* (ISF-ApD⁸, 2007).

(8) Ingeniería Sin Fronteras – Asociación para el Desarrollo.



FIGURA 4: Mapa de los municipios que participan del Comité Trimunicipal de la parte alta del río Viejo.
Fuente: ISF – ApD, 2007.

La fisiografía de la PASRV está formada por la cordillera Isabelia, en la zona este y norte, y que ocupa aproximadamente el 70,17% de la cuenca y la meseta de Estrada, en la zona central y suroeste, y que tiene una cobertura del 29,83% de la superficie de la cuenca (MAGFOR, 2000).

Existen dos áreas protegidas en el entorno de la zona que requieren un tratamiento especial (Figura 4) el Área Protegida Miraflor-Moropotente con la zona de amortiguamiento y la Reserva Natural Volcán Yalí (MARENA, 2008).

• Área Protegida Miraflor-Moropotente

Se encuentra ubicada en la Región Central-Norte (entre la coordenadas 13°29'15" y 13°29'50" latitud Norte y entre los 86°03'22" y 86°07'30" de longitud Oeste) y ocupa parte de los municipios de Estelí y Condega en el departamento de Estelí y de San Sebastián de Yalí y La Concordia en el departamento de Jinotega.

La extensión total (sumando área protegida y zona de amortiguamiento) es de 46.795,86 ha dividida en 29.382,16 ha del área protegida y 17.413,80 ha de la zona de amortiguamiento. La zonificación del área protegida incluye cuatro paisajes: Bosque Deciduo, Bosque Montano, Mesas de Moropotenté y Bosque Mixto.



FIGURA 5: Límite del Área Protegida de Mirafior-Moropotenté en La Pita y Güiscanal en los que se advierte del peligro de la erosión.

Las actividades productivas de la zona se centran en la agricultura y la ganadería que ocupan 8.374,55 ha. La agricultura con predominio de tierra bajo cultivos permanentes, tierra bajo cultivos anuales y otros usos (Tabla 1) y la ganadería en extensivo con vacas de doble propósito con cruces de holstein y pardo suizo con brahmán y criollo.

CULTIVOS PERMANENTES		CULTIVOS ANUALES		OTROS USOS	
Cultivo	Superficie (ha)	Cultivo	Superficie (ha)	Cultivo	Superficie (ha)
Café	181,00	Frijol	501,40	Pasto	2.583,52
Forestales	101,00	Hortalizas	144,36	Bosque	742,95
Frutales	20,00	Maíz	798,60	Potreros	2.444,36
Otros	16,25	Otros	13,38	Infraestructuras	83,80
–	–	–	–	Barbechos	84,50
–	–	–	–	Tacotal	314,08
–	–	–	–	Otros	75,35
TOTAL	318,25	TOTAL	1.457,74	TOTAL	6.288,56

TABLA 1: Usos del suelo en el Área Protegida de Mirafior-Moropotenté. Fuente: Barzev, 1999.



• Reserva Natural Volcán Yalí

Se ubica principalmente en el municipio de San Sebastián de Yalí, pero también tiene vertientes en San Rafael del Norte, departamento de Jinotega. El nombre de Cerros de Yalí se aplica a varias cumbres vecinas: “volcán” Yalí (1.542 msnm), la montaña de Cuspire (1.605 msnm), El Columpio o Zamaria (1.675 msnm), Cerro Azul (1.701 msnm), Laguan Verde (1.605 msnm) y La Gloria (1.524 msnm), que en conjunto forman un macizo compacto.

La vegetación característica de la zona es bosque latifoliado, aunque en las partes bajas se encuentra parcheado con bosques de pinos y robledales bajo los cuales se cultiva café de sol y sombra. La vegetación de la Reserva es muy parecida a la del Área Protegida de Mirafior-Moropotenté.

Si exceptuamos algunas pequeñas comunidades, los núcleos de población más cercanos son San Rafael del Norte y San Sebastián de Yalí, unidos por una carretera que discurre entre el “volcán” Yalí y la montaña de Cuspire y sobre la que se asientan las comunidades antes mencionadas. Se considera que aproximadamente el 80% de la tierra es privada, con diferentes usos agronómicos (café, granos básicos, pastizales, pinares y áreas de bosque).

3.1.1. TOPOGRAFÍA

Topográficamente la zona se encuentra en la región más elevada de Nicaragua, de relieve montañoso y muy accidentado. Las elevaciones topográficas varían entre los 700 msnm (en la parte más próxima al punto de drenaje de la cuenca) y los 1.701 msnm en “El Cerro Azul”, en la Reserva Natural Volcán Yalí (Alonso, 2007) siendo la elevación mediana de la cuenca de 1.112,81 msnm (Figura 6).

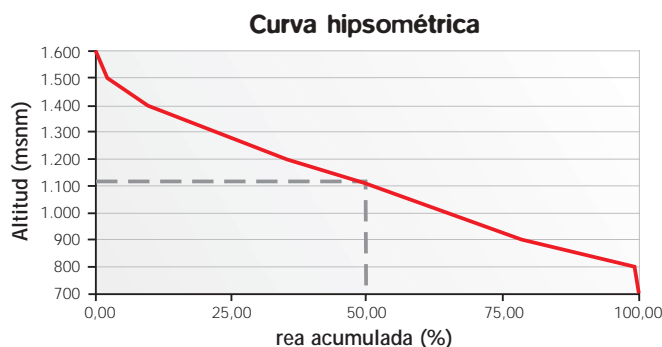


FIGURA 6: Curva hipsométrica con indicación de la altura mediana en la PASRV. Fuente: Ponces y Orozco, 2007.

Debido a su fisiografía, el relieve de la PASRV es muy irregular y presenta gran cantidad de formaciones: altiplanicies, cordilleras, serranías, colinas aisladas, terrenos montañosos, quebradas y valles lo que se traduce en un rango de pendientes que oscila entre 0 y 75% (Alonso, 2007) y una pendiente media del 30,20%. La pendiente media del cauce principal es de 27,77% (Ponces y Orozco, 2007).

Según MAGFOR (2000) la topografía predominante son suelos con pendientes fuertemente onduladas (el 50,71% de la superficie de la cuenca se encuentra entre el rango de 30 a 50% de pendiente) lo que permite pensar en suelos fácilmente erosionables (Marín, 2003). Los suelos con pendientes planas (< 2%) hasta moderadamente onduladas (de 8 a 15%) representan únicamente el 15,76% de la superficie total de la cuenca (Ponces y Orozco, 2007).



FIGURA 7: Efectos de la tala de árboles en Jinotega y San Ramón.

3.1.2. SUELO

- **Litología**

El sustrato geológico sobre el que se asienta la parte alta de la PASRV está constituido fundamentalmente por materiales sin apenas permeabilidad primaria, pertenecientes a la provincia volcánica terciaria (mioceno – plioceno) representada por los grupos Coyol (superior e inferior) y la formación Matagalpa, mientras que la parte baja está constituida por material aluvial del Cuaternario y que constituye el acuífero principal de la zona (INTA⁹, 2005).

(9) Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria.



- **Coyol inferior (Cyi)**

Correspondiente al Neoceno Superior, serie Mioceno-Medio-Superior y con una litología dominada por lavas basálticas y andesito-basálticas, andesito-dacitas, riódacitas, tobas y brechas tobáceas de riolitas y dacitas aglomeríticas. Presentan suelos con desarrollo genético juvenil a inmaduro. Según Alonso et al. (2007) esta clasificación predomina en la parte superior de la parte alta de la cuenca y se distribuye en la parte Norte y Sureste, en una cobertura de 56,97% del área total.

- **Coyol superior (Cys)**

Corresponde al sistema terciario, serie Mioceno-Medio-Plioceno, con una litología dominada por ignimbritas, tobas y brechas dacíticas, y lavas basálticas y andesito-basálticas. Presentan suelos con desarrollo genético juvenil a inmaduro. Representa el 41,66% del área total y se distribuye de forma irregular en la toda la unidad hidrológica (Alonso et al., 2007).

- **Depósitos aluviales recientes (Q1)**

Comprende los valles aluviales intramontanos del cuaternario reciente, que presentan desarrollos genéticos variados y ocupan una mínima cobertura superficial (1,37% del área de la subcuenca) y se distribuyen en la parte Noreste (Alonso et al., 2007).

Tal como se ve, la mayor parte de la superficie se extiende por los suelos de origen Coyol (Figura 8). Estos suelos son de material magmático y prácticamente impermeable, lo que provoca que en aquellas zonas en las que el material se encuentra inalterado y no hay desarrollo de suelos edáficos, el agua no percola y pasa rápidamente a formar parte de la escorrentía directa (cauces fluviales). Sin embargo, los Coyoles se presentan fracturados y alterados en amplias zonas de la cuenca lo que permite retener temporalmente el agua (con una baja infiltración profunda) y soltarla en la franja más superficial en forma de manantiales (Alonso, 2007).

- **Edafología**

Los suelos que se observan en la región son, ordenados por orden de importancia (INTA, 2005): molisoles (80,00%), entisoles (11,17%), alfisoles (6,15%) e inceptisoles (2,68%). Estos suelos muestran una notable capacidad de almacenar y transmitir agua (Alonso, 2007).

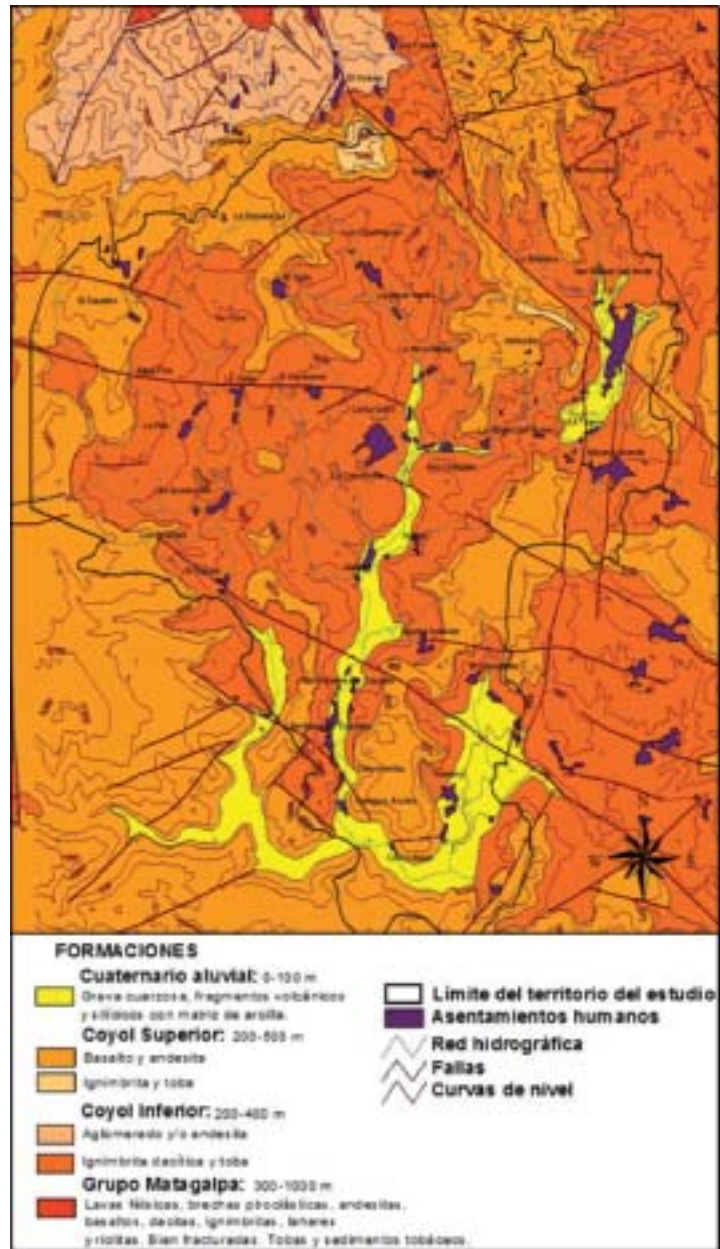


FIGURA 8: Geología de la parte alta de la subcuenca del río Viejo. Fuente: INETER, 2004.



- **Molisoles**

En la PARSV predomina el orden de suelos molisol. Por sus características edafológicas se consideran los mejores suelos para la actividad agropecuaria. Con pendientes de 0 a 15% estos suelos son aptos para el cultivo de ajonjolí, maní, maíz, sorgo, arroz y caña de azúcar. Con pendientes de 15 a 30% se consideran más apropiados para cultivos como pastos, piña y algunos frutales, producción en silvopasturas, agroforestería y bosque. Los molisoles con pendientes entre 30 y 50% sólo son aptos para bosques de explotación, protección, conservación y para agroforestería. Los suelos con pendientes mayores a 50% se consideran apropiados únicamente para bosque de protección y conservación de flora y fauna (INETER, 2004).

- **Entisoles**

Tiene una cobertura del 11,17% de la superficie total de la cuenca y se ubican en pequeñas áreas al Sureste y Noroeste. Estos suelos tienen un alto potencial agrícola y forestal, aunque también se emplean con vegetación natural o variedades de pastos adaptables a las condiciones y conservación de la flora y fauna (INETER, 2004).

- **Alfisoles**

Estos suelos tienen una cobertura del 6,15% de la zona. Están ubicados en pequeñas áreas en la parte Norte de la subcuenca. Se considera que con pendientes entre 0 y 15%, estos suelos son aptos para cultivos como maíz, sorgo, ajonjolí, caña de azúcar, yuca, arroz, plátano y piña principalmente. Algunos suelos con problemas de drenaje interno son aptos para pastos. Los suelos entre 15 a 30% son aptos para frutales, silvopasturas y agroforestería. En pendientes mayores al 50% son aptos para protección y conservación del bosque (INETER, 2004).

- **Inceptisoles**

Estos suelos son los que presentan menor cobertura de la subcuenca y se localizan en la parte central de la misma. Se considera que son aptos para el cultivo de cacao, maní, maíz, ajonjolí, hortalizas, banano, plátano, piña, café, cítricos y otros frutales. En casos de susceptibilidad a erosión se recomienda para bosques y en pendientes mayores del 50% para protección de fauna y flora (INETER, 2004).

3.1.3. CLIMA

Según MAGFOR (2000), en la parte superior de la PASRV las precipitaciones oscilan entre un rango de 1.600 a 2.000 mm en la parte más próxima a la Reserva Natural Volcán de Yalí (altitudes de 1.000 a 1.500 msnm) y a diferencia del resto de la cuenca no presenta periodo canicular.

En la parte montañosa, previa a la Reserva Natural, con altitudes entre 1.000 y 1.400 msnm, las precipitaciones muestran valores entre 1.200 y 1.600 mm con una época seca desde noviembre a mayo y otra lluviosa de mayo a octubre (Figura 9). Entre el 15 de julio y el 15 de agosto aparece un periodo de canícula que marca un descenso en las precipitaciones.

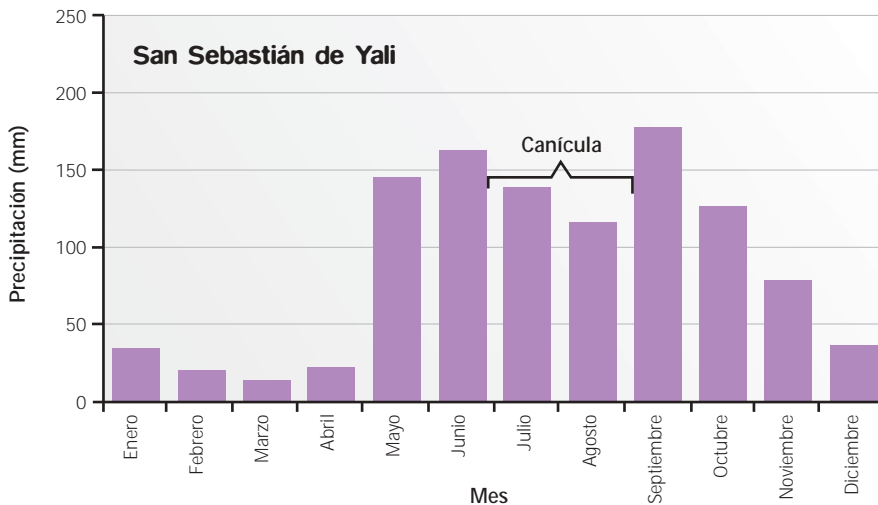


FIGURA 9: Distribución mensual de la precipitación en San Sebastián de Yalí. Fuente: Alonso, 2007.

En la parte baja de la PASRV (con altitudes de 800 a 1.300 msnm) la precipitación anual es menor, en torno a 800 – 1.200 mm, con dos temporadas muy marcadas, la seca (de noviembre a abril) y la lluviosa (de mayo a octubre) con una canícula muy marcada entre julio y agosto (Figura 10).

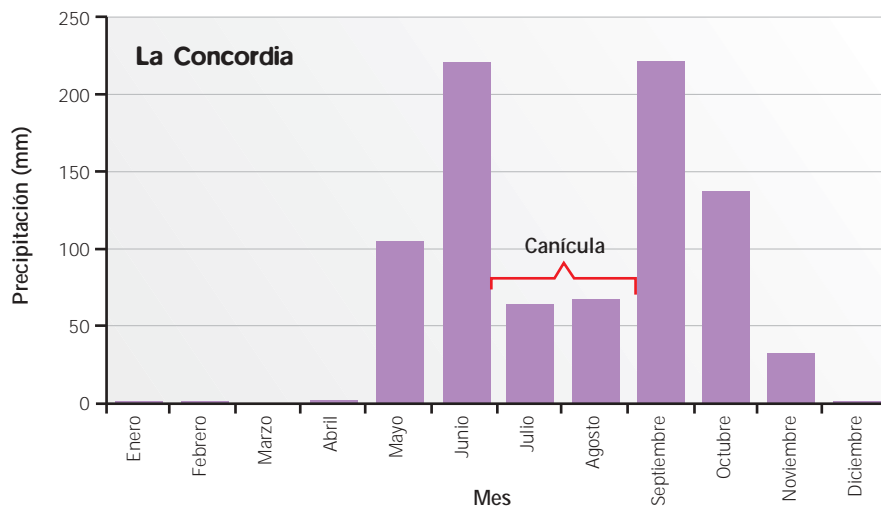


FIGURA 10: Distribución mensual de la precipitación en La Concordia. Fuente: Alonso, 2007.

Lamentablemente no existen datos de temperatura en el municipio de La Concordia y los únicos datos de temperatura de los que se dispone son los de Jinotega, con temperaturas que oscilan entre los 19 y los 23 °C a lo largo del año (Figura 11).

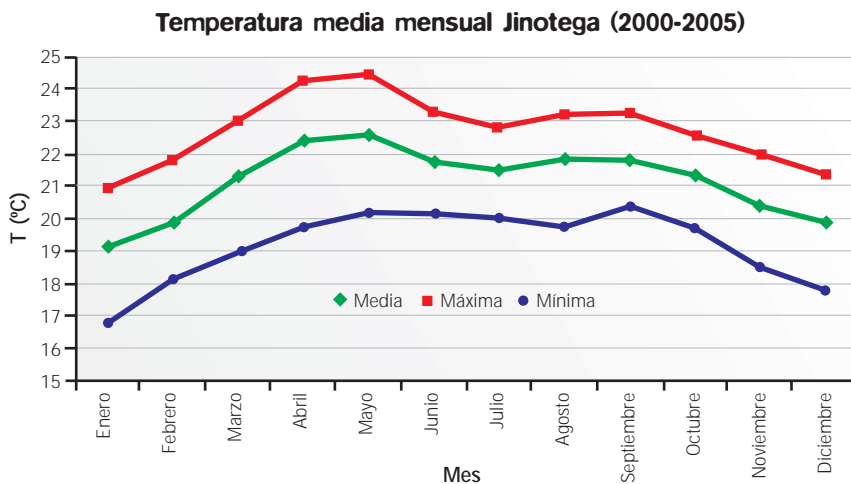


FIGURA 11: Temperaturas media, máxima y mínima en Jinotega para el periodo 2000-2005. Fuente: Alonso, 2007.

3.2. DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA

3.2.1. POBLACIÓN

En la PASRV residen actualmente 10.253 habitantes según datos de Ponces y Orozco (2007) agrupados en 2.646 familias que viven en 2.195 viviendas (con cinco habitantes por vivienda). La densidad de población en la cuenca es de 41,98 habitantes/km². Por sexos, en la cuenca habita un total de 5.262 hombres (51,32%) frente a 4.921 mujeres (48,68%).

La mayoría de los habitantes de la cuenca se ubican en el municipio de La Concordia (6.486 habitantes según datos del INEC¹⁰, 2006) que ocupa 151,02 km². La densidad de población en la cuenca es de 42,95 habitantes/km² frente a 46,68 habitantes/km² que había en 1995 que es el anterior censo poblacional. Por sexos, la proporción de hombres y mujeres en el municipio es de 50,97 y 49,03% respectivamente.

La Concordia es un municipio principalmente emigrante (INEC, 2006), con un incremento negativo de -2.525 personas (936 habitantes que nacieron en otro municipio frente a 3.461 que nacieron en La Concordia y emigraron).

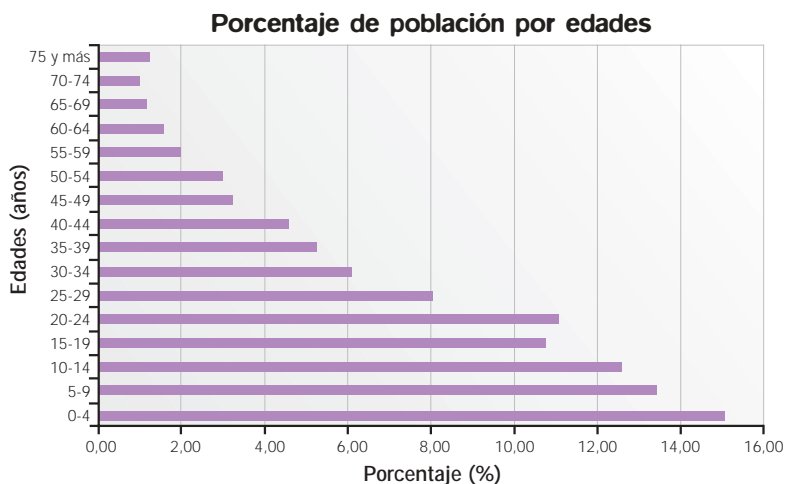


FIGURA 12: Proyección de la población al 2004 por rangos de edad y porcentaje en el municipio de La Concordia, Jinotega. Fuente: INEC, 2006.

(10) Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.



Según datos del INEC (2006), del análisis de los rangos de edad en La Concordia se observa una pirámide de población muy marcada (Figura 12), con la base (entre 0 y 19 años) que representa más de la mitad de la población del municipio (51,77%). Si añadimos el rango de edad entre 20 y 24 años, la población representada es del 62,83%. La edad media de la población estimada en el municipio está en torno a 23 años frente a un promedio estimado de 26 años en la PASRV (Ponces y Orozco, 2007).

La Población Económicamente Activa en el municipio de La Concordia en 2005 ascendía a 2.331 personas de las que 2.133 estaban ocupados, registrándose una tasa de paro en el municipio del 8,49% (INEC, 2006). Por sectores de la economía, la distribución responde básicamente al esquema de una región poco desarrollada (Figura 13) con una dependencia casi absoluta del sector primario y con poca presencia del sector secundario.

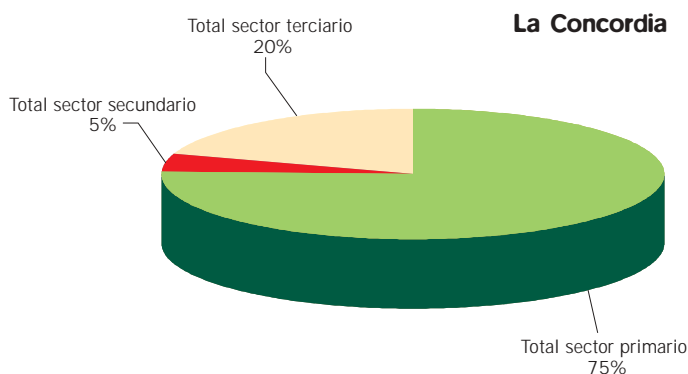


FIGURA 13: Distribución por sectores productivos de la Población Económicamente Activa en el municipio de La Concordia. Fuente: INIDE¹¹, 2008.

Es importante observar que con una población tan joven, menos de la mitad de la población está en la horquilla de Población Económicamente Activa (el 35,92% de la población de La Concordia), es decir, existe una tasa alta de paro encubierta en una población que no demanda trabajo (INEC, 2006).

3.2.2. INFRAESTRUCTURAS

Algunos de los factores más importantes en el desarrollo de una zona son la red de vías de comunicación y el acceso a los mercados. Ambos factores están estrechamente relacionados, de tal

(11) Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

manera que sin vías de comunicación que conecten a los productores con los vendedores (mercado) no se puede producir desarrollo.

En este sentido es interesante observar que la gran mayoría de las comunidades de La Concordia no tienen una vía de comunicación que les permita llegar ni siquiera a la cabecera municipal (Figura 14). El acceso en el área rural de la zona es limitado por lo quebrado del terreno y debido a la falta de caminos o carreteras transitables todo el año especialmente en época de lluvias (USAID-ACH¹², 2005) y sólo las carreteras principales están en buen estado. No existe un transporte regular todo el año.



FIGURA 14: Red de carreteras en el municipio de La Concordia y en Parte Alta de la Subcuenca del Río Viejo.

Fuente: INETER, 2001.

(12) United States Agency for International Development – Acción Contra el Hambre.



Las vías de comunicación son un elemento importante a la hora de comercializar la producción o a la hora de obtener insumos. En La Concordia no todas las comunidades tienen acceso para automóviles o cabalgaduras, dificultando el desplazamiento de sus habitantes. Debido a su cercanía a la capital, las comunidades de la cuenca baja suelen contar con mejores infraestructuras viarias que las comunidades de la cuenca alta.



FIGURA 15: Vistas de las carreteras y los accesos en Namanjí (izquierda y centro) y de la carretera La Concordia-Gúiscanal (cuenca baja).

En estas fotografías se puede observar como en la parte baja del PASRV las carreteras aunque no estén asfaltadas están bien conservadas y son practicables todo el año (dato que concuerda con la información obtenida de las encuestas a los agricultores).



FIGURA 16: Camino de Arenilla (izquierda), camino La Rinconada-La Pita (centro) y camino San Ramón-Boniche (derecha) en la cuenca alta.

A diferencia de las vistas de la parte alta de la PASRV (figura 16), en esta zona los caminos no son transitables todo el año, e incluso en algunas zonas la única posibilidad de llegar es a pie, puesto que ni siquiera se puede cabalgar.

El mercado más importante en la zona es el de Estelí, situado en la carretera Panamericana, que tiene una buena comunicación con La Concordia mediante una carretera pavimentada sin embargo, para la mayoría de los productores, el acceso a los mercados se complica por el mal estado de los caminos secundarios y terciarios, y por el escaso acceso a los medios de transporte (USAID-ACH, 2005).

Según Rodríguez (2005) el 74% de los productores de La Concordia venden en finca generándose así una dependencia muy fuerte respecto de los intermediarios. Por cultivos, pese a que el maíz y el frijol se emplean mayoritariamente para consumo propio, también se vende una parte de esta producción que acaba en el mercado de Estelí; las hortalizas se destinan principalmente al comercio, siendo las plazas más importantes las de Managua y Estelí, a excepción de la papa que también se vende en San Sebastián de Yalí; y los cultivos permanentes (café, caña, cítricos, guineos y otras frutas) se destinan a mercados diferentes: el café a San Sebastián de Yalí, la caña en La Concordia y Jinotega, los cítricos en Estelí, los guineos sólo en finca y el maracuyá en Managua.

3.2.3. USOS DEL SUELO

Tal como se ha visto anteriormente, los suelos de esta zona ofrecen un amplio rango de alternativas posibles en el uso del suelo, lo que unido a la topografía propia de la zona hace que se pueda ver una gran gama de usos (Tabla 2).

USO DEL SUELO	SUPERFICIE (km²)	PORCENTAJE (%)
Pasto	55,63	48,94
Vegetación natural	17,64	15,52
Bosque	15,12	13,30
Café con sombra	11,31	9,95
Granos básicos	9,98	8,78
Asentamientos humanos	2,73	2,41
Hortalizas	0,82	0,72
Zona quemada	0,41	0,36
Tubérculos	0,02	0,02
TOTAL	113,66	100,00

TABLA 2: Usos del suelo en la parte alta de la cuenca del río Viejo. Fuente: Alonso, 2007.



Pese a que la Tabla 2 no se refiere al 100% de la superficie del estudio, es poca la superficie que se queda sin cubrir, con lo que se acepta que los porcentajes de superficie de cada uso del suelo no varían.

No se han podido conseguir imágenes de todos los cultivos de la zona, pero sí de los más importantes: maíz y frijol, tomate, cebolla, repollo, patata, café o caña y de algunos menos implantados como frutales, manzanilla, pipián o malanga. Así mismo se muestran imágenes del tipo de ganadería de la zona, especialmente vacas aunque también cerdos. No hay imágenes de gallinas porque no suelen tener instalaciones propias sino que suelen estar sueltas.



FIGURA 17: Cultivos de sorgo (izquierda), repollo y papaya (derecha) en Namanjí en la cuenca baja.



FIGURA 18: Cosecha de cebolla (izquierda) y tomate (derecha) en Yupalí, cuenca baja.



FIGURA 19: Cultivos de maíz y frijol (arriba izquierda), caña de azúcar (arriba derecha), cebolla (abajo izquierda) y frutales y pipián (abajo derecha) en Valerio.



FIGURA 20: Cultivos de maíz en Zapote Occidental (izquierda) y tomate en Coyolito (derecha) en la cuenca baja.



FIGURA 21: Instalaciones para vacas (izquierda) y cochiqueras (derecha) en diversas poblaciones de la cuenca baja.

Tal como se puede observar, el cultivo de tomate y cebolla está muy implantado en esta parte de la cuenca en los meses de verano y sólo algunos agricultores siembran granos básicos en esta época, especialmente para vender porque al no haber lluvias los rendimientos sin riego son mucho menores. La ganadería más implantada es la bovina, especialmente para doble propósito, pero también algunas familias tienen cerdos.



FIGURA 22: Cultivo de papa (izquierda) y café (derecha) en Arenilla (cuenca alta).



FIGURA 23: Cultivo de repollo (arriba izquierda), cebolla (arriba derecha), tomate (abajo izquierda) y maracuyá (abajo derecha) en La Rinconada, en la cuenca alta.



FIGURA 24: Cultivo de manzanilla (arriba izquierda), café con sombra de guineos (arriba derecha), malanga (abajo izquierda) y papa (abajo derecha) en La Esperanza (cuenca alta).



FIGURA 25: Cultivo de papa (izquierda) y café con sombra de guineo (derecha) en San Ramón (cuenca alta).



FIGURA 26: Ganadería de doble propósito en Güis canal (arriba izquierda), La Pita (arriba derecha) y San Ramón (abajo centro).

A modo general, agronómicamente la cuenca se puede dividir por las zonas donde se puede cultivar papa (cuenca alta) y las zonas donde no se da este cultivo. Aunque el café también se puede dar en la cuenca baja, la situación actual hace que también éste sea propio de la parte alta.

3.2.4. SEGURIDAD ALIMENTARIA

Por lo que respecta a la Seguridad Alimentaria, en la PASRV se pueden distinguir dos zonas con problemáticas diferentes. La primera, enclavada en los municipios de San Rafael del Norte y San Sebastián de Yalí, aunque también en la región más elevada del municipio de La Concordia, de tradición cafetalera-ganadera y la segunda, enclavada principalmente en la parte baja del munic-

pio de La Concordia, con agricultura de subsistencia, café y tabaco (Ruiz y Marín, 2005 y USAID-ACH, 2005).

• **Zona cafetalera-ganadera**

Para compensar el incremento de precios que precede a la cosecha y que generalmente caracteriza a la época de escasez, los hogares pobres venden mano de obra no cualificada y migran a las áreas productoras de café. Las migraciones se inician cuando comienza la época de escasez (abril) y se alargan hasta el final de la zafra del café (diciembre-enero). Como el mercado local está saturado por mano de obra de la zona e incluso mano de obra de otras regiones, la mayoría de los trabajadores migran a países como Costa Rica, Honduras e incluso El Salvador.

Según USAID-ACH (2005), el acceso a la tierra es un factor determinante no sólo para el nivel de ingresos sino también para la vulnerabilidad de las familias, porque los hogares acomodados y de clase media, con más tierras, tienen producciones agropecuarias más diversificadas lo que les permite sobrellevar la pérdida de un cultivo específico y/o contar con una dieta más diversificada (Tabla 3).

GRUPO	PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN (%)	HOGAR (MIEMBROS)	ÁREA CULTIVADA Y MÉTODO	ANIMALES
Pobres	70	7 a 9	0,7-1,4 ha utilizando trabajo familiar.	1-2 cerdos 5-10 pollos
Medianos	20	4 a 6	0,7-3,5 ha utilizando tracción animal, sistemas de riego, pozos y empleados contratados.	10-20 vacas 2-6 cabras 4-6 cerdos 15-25 pollos
Acomodados	10	2 a 5	>3,5 ha con maquinaria agrícola, sistemas de riego y empleados asalariados.	> 40 vacas > 15 cabras 5-15 cerdos > 20 pollos

TABLA 3: Información sobre grupos socio-económicos en la zona alta. Fuente: USAID-ACH, 2005.

Los hogares pobres presentan menor grado de autoconsumo que los medios y acomodados, debiendo comprar los alimentos que no producen. Esto se debe a que los hogares de clase media y acomodados tienen más tierras. Dado que el uso al que dedican las tierras es sobre todo a café y ganado la ganadería representa un componente importante en la dieta (Figura 27) de los hogares menos pobres.

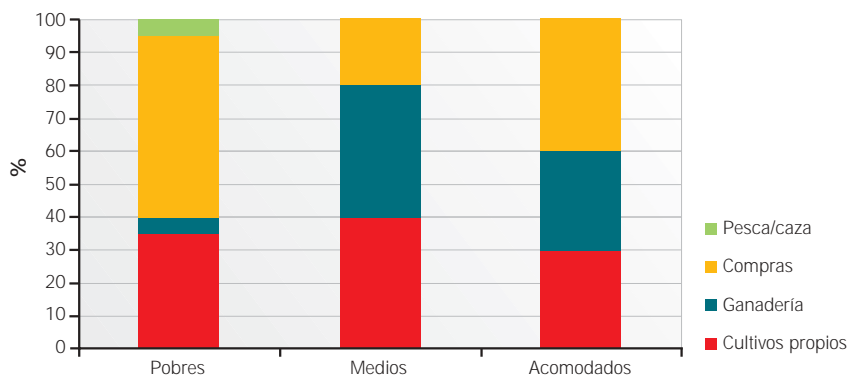


FIGURA 27: Porcentajes estimados de consumo anual de alimentos por familia en la zona cafetalera-ganadera.
Fuente: USAID-ACH, 2005.

Los hogares de clase pobre tienen incluso que recurrir a la caza y la pesca en la época de escasez para complementar la dieta. Los hogares de clase media basan su alimentación en su propia ganadería, con lo que son los que menos deben recurrir a las compras y los hogares de clase acomodada generan más ingresos agropecuarios y por lo tanto tienen más capacidad de adquirir alimentos variados en el mercado.

La principal fuente de ingresos de los hogares pobres es la venta de mano de obra a los hogares de clase media y acomodados o a otros países. En los hogares de clase media la principal entrada de ingresos es gracias a la venta de café y otros cultivos y en los hogares acomodados gracias a la venta de ganado (Figura 28).

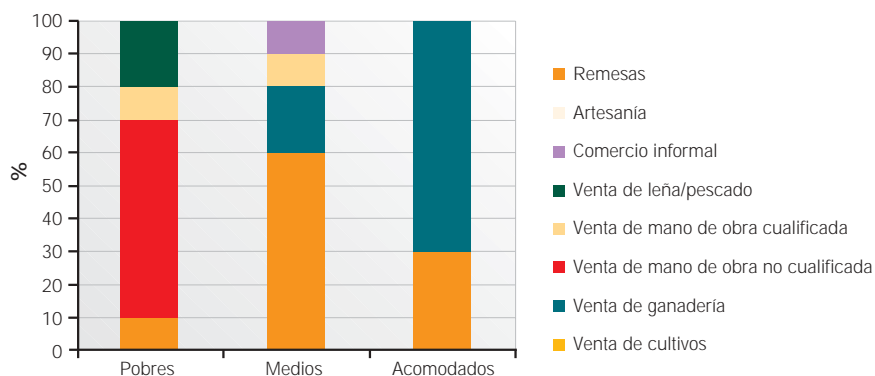


FIGURA 28: Porcentajes estimados de los ingresos estimados de las familias en la zona cafetalera-ganadera.
Fuente: USAID-ACH, 2005.

Los hogares pobres hacen frente a una serie de amenazas crónicas tales como bajos rendimientos por falta de lluvia o canículas excesivamente largas (al no disponer de riego), enfermedades de los cultivos y plagas (al no tener capacidad para comprar plaguicidas) o enfermedades en el hogar y algunas coyunturales como los incrementos desmesurados de los precios de los granos básicos (maíz, frijol, arroz y sorgo). Además, el hecho de que periódicamente haya bajadas en el precio internacional del café afecta a todos los grupos sociales. Es interesante estudiar el impacto que el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos puede tener en la situación actual.

• Zona de agricultura de subsistencia, café y tabaco

La economía de la zona está basada en la producción de granos básicos y hortalizas y en la venta de mano de obra en la zona cafetalera y en las plantaciones de tabaco. Debido a la falta de caminos y carreteras practicables todo el año la mayoría de la zona está aislada, lo que da una posición dominante a los intermediarios que compran y almacenan la producción. Gracias a la acción del Gobierno y a algunas ONGs que actúan en la zona se está incrementando la producción de artesanía para vender al turismo.

La migración tiene lugar durante todo el año, tanto por hombres que migran para trabajar en la agricultura ya sea en Nicaragua ya sea en los países vecinos, como por mujeres que trabajan como empleadas domésticas en Managua. A veces incluso familias enteras migran para trabajar en la zafra del café.

Según USAID-ACH (2005) las diferencias entre grupos socio-económicos es menos marcada que en la parte alta, aunque el acceso a la tierra sigue siendo un factor diferencial. Otros factores son la posesión de activos, los tipos de cultivo y el acceso al crédito. La gran diferencia entre el grupo acomodado y el resto es la posesión de fincas de café y tabaco. Los hogares pobres no tienen tanto acceso a la propiedad de la tierra y generalmente cultivan las tierras con contratos de arrendamiento o aparcería (Tabla 4).

GRUPO	PORCENT. DE LA POBLACIÓN (%)	HOGAR (MIEMBROS)	ÁREA CULTIVADA Y MÉTODO	ANIMALES
Pobres	70	> 9	0,2 ha trabajadas manualmente, trabajo familiar.	1-5 pollos
Medianos	20	9	0,7-1,4 ha trabajadas manualmente, trabajo familiar, con pocos empleados. Sistemas de riego sencillos.	1 vaca 1-2 cerdos 10-20 pollos
Acomodados	10	6	1,4-3,5 ha, trabajadas manualmente, trabajo familiar y tracción animal. Sistemas de riego sencillos.	5-6 vacas (2 lecheras) 2 cerdos 20 pollos

TABLA 4: Información sobre grupos socio-económicos en la zona baja. Fuente: USAID-ACH, 2005.



A diferencia de la zona alta, en la zona baja muchos hogares pobres y de clase media reciben asistencia alimentaria. Generalmente, los hogares pobres producen lo equivalente a dos o tres meses de consumo de granos básicos, frente a los seis de los de clase media lo que implica una mayor importancia de la compra de alimentos (con los ingresos de la venta de mano de obra y hortalizas). Únicamente los hogares acomodados son capaces de cubrir el consumo de un año con su producción. Se observa como la ganadería no tiene mucha importancia en la dieta frente a los habitantes de la zona alta de la cuenca (Figura 29).

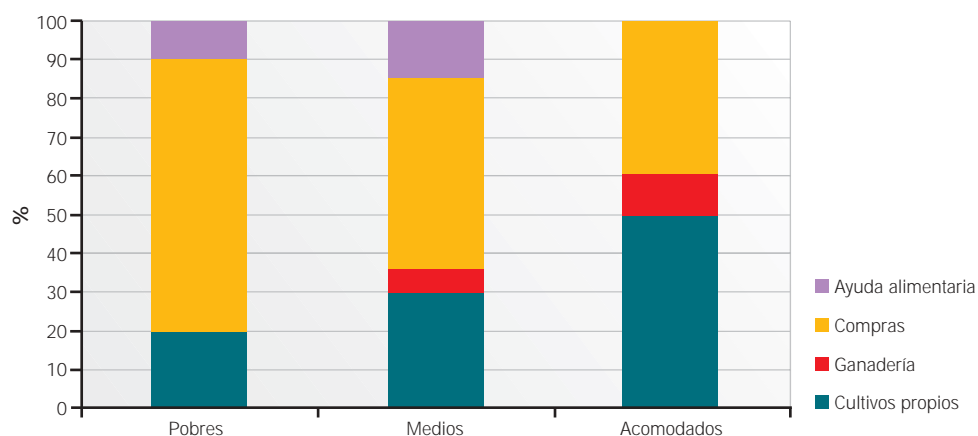


FIGURA 29: Porcentajes estimados de consumo anual de alimentos por familia en la zona de agricultura de subsistencia, café y tabaco. Fuente: USAID-ACH, 2005.

Las fuentes de ingresos que predominan en la zona son la venta de mano de obra (para los grupos pobres y de clase media) y la venta de cultivos (para los grupos acomodados y de clase media). La venta de madera también representa una fuente de ingresos para los hogares acomodados (Figura 30).

Los hogares pobres hacen frente a las mismas amenazas crónicas que la gente pobre de la parte cafetalera-ganadera como son los bajos rendimientos por falta de lluvia o canículas excesivamente largas (al no disponer de riego), enfermedades de los cultivos y plagas (al no tener capacidad para comprar plaguicidas) o enfermedades en el hogar y algunas coyunturales como los incrementos desmesurados de los precios de los granos básicos (maíz, frijol, arroz y sorgo). Además, el hecho de que periódicamente haya bajadas en el precio internacional del café afecta a todos los grupos sociales.

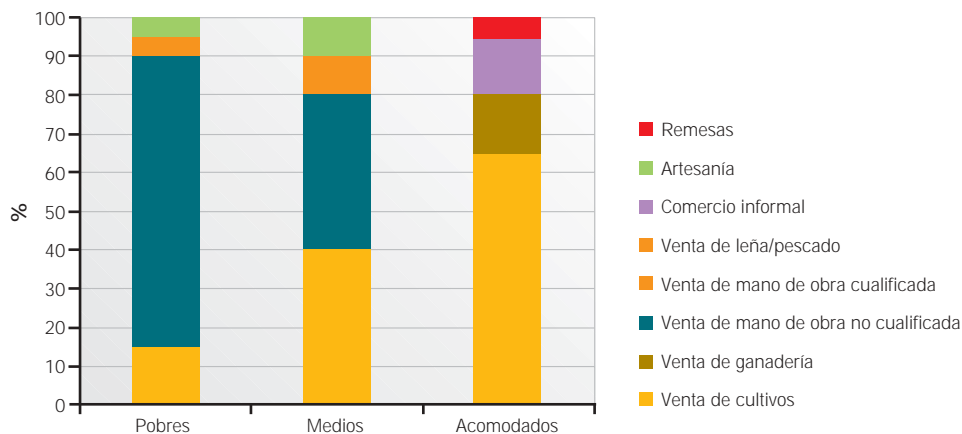


FIGURA 30: Porcentajes estimados de los ingresos estimados de las familias en la zona de agricultura de subsistencia, café y tabaco. Fuente: USAID-ACH, 2005.

3.3. DESCRIPCIÓN AGRÍCOLA

Los principales cultivos de la zona son maíz y frijol, sorgo, hortalizas (tomate, cebolla, chiltoma, repollo y papa), café, caña de azúcar, cítricos, guineos y plátanos y otros cultivos (sandía, pipián, maracuyá).

Según CENAGRO¹³ (2001) en La Concordia existen 2.091,38 mz destinadas a cultivos anuales, especialmente granos básicos. A lo largo del ciclo agrícola, los granos básicos ocupan una superficie equivalente de 3.153,90 mz, sembrados especialmente en invierno (de mayo a octubre) cuando las precipitaciones son mayores y no necesitan riego.

Para poder producir muchos agricultores piden crédito a las cooperativas con las que trabajan (para comprar fertilizantes y plaguicidas) a cambio de alguna garantía e incluso a intermediarios que les venden los insumos bajo promesa de venta de la cosecha. Como medida de ahorro se suelen emplear semillas criollas, es decir, variedades locales, generalmente con rendimientos y requerimientos de insumos menores.

(13) Censo Nacional Agropecuario.



La distribución de la tierra en Nicaragua presenta mucha desigualdad. Según CENAGRO (2001) el índice de Gini en todo el país es de 0,71. En La Concordia, aunque no se tienen datos tan exactos, se puede apreciar una tendencia similar (Figura 31) con una mayoría de explotaciones entre 1 y 50 mz y una minoría que tiene más de 50 mz por explotación.

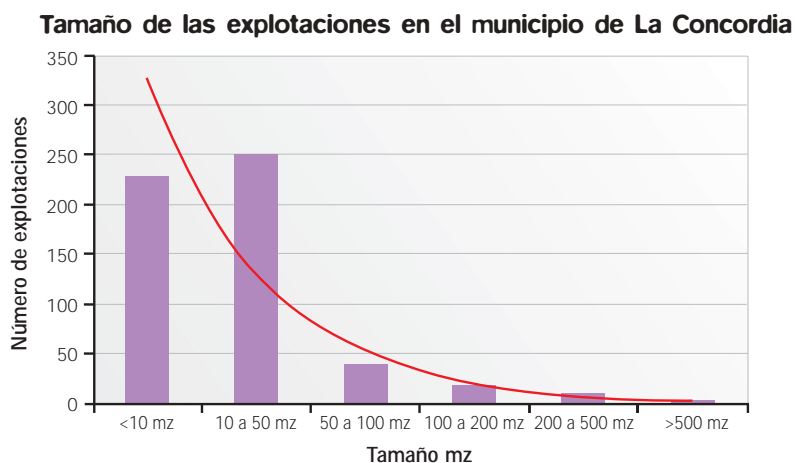


FIGURA 31: Distribución del número de explotaciones en función de su tamaño. Fuente: INIDE, 2008.

3.3.1. SISTEMAS DE CULTIVO

Se hace especial hincapié en los sistemas de riego y las captaciones de pozos, río o pequeños remansos, pero también se muestran imágenes de arados y carretas. En general se observa una agricultura poco tecnificada en que la presencia algunas motobombas de riego, carretas y arados de bueyes y bombas de mochila son lo más habitual.



FIGURA 32: Carreta y arado de bueyes en Coyolito.



FIGURA 33: Cebolla y tomate por inundación (izquierda y centro) y riego por goteo abandonado (derecha) en Coyolito.



FIGURA 34: Aplicaciones de plaguicidas, eliminación de malas hierbas en Namanjé.



FIGURA 35: Remansos de agua para captaciones en Valerio.



FIGURA 36: Pila de riego en Zapote Occidental en la cuenca baja (izquierda) y captación desde un manantial en San Ramón en la cuenca alta (derecha).

Los sistemas de riego más utilizados en la parte baja de la PASRV son la inundación y el goteo. Muchos agricultores abandonaron el goteo, pero otros lo mantienen gracias al ahorro de mano de obra que eso supone.



FIGURA 37: Pila y pozo de captación de agua en La Rinconada.



FIGURA 38: Riego por aspersión en patata (izquierda) y goteo en tomate (derecha) en Arenilla en la cuenca alta.



FIGURA 39: Sistemas de acopio y transporte.



FIGURA 40: Riego por goteo para cebolla en La Pita (izquierda) y La Rinconada (derecha).



FIGURA 41: Riego por aspersión (izquierda) y goteo (derecha) para papa en San Ramón.

Tal y como se puede observar en las imágenes, en la cuenca alta está más implantada la presencia de sistemas de riego tecnificados: goteo y aspersión, éste último sistema especialmente para patata.

3.3.1.1. Calendario

En Nicaragua existen tres periodos de siembra durante el ciclo agrario, que se inicia en mayo de un año y termina en abril del año siguiente:

- Primera: se inicia con las siembras de abril-mayo, y termina con la cosecha en julio-agosto. Durante este periodo, el riego se requiere sobre todo durante las fases de implantación, al principio debido a que corresponde al último periodo de la sequía. Termina con la canícula de julio-agosto.
- Postrera: se inicia a primeros de agosto, con la canícula y se alarga hasta octubre-noviembre, continuando con el periodo de lluvias, lo que permite una segunda época de cultivo sin riego.
- Apante: generalmente es la última cosecha del ciclo. Se inicia en noviembre-diciembre y termina en enero-febrero. Se realiza durante la época más seca con lo que suele requerir riego.

3.3.1.2. Zonificación

Existen diferentes zonificaciones agrarias en Nicaragua, atendiendo a las diferentes características agroecológicas y socioeconómicas del país. La primera zonificación fue llevada a cabo en la década de los '90 por Nitlapán¹⁴ (Maldidier y Marchetti, 1996) que la ha revisado y actualizado varias veces (Marín y Pauwels, 2001 y Ruiz y Marín, 2005) y la última por USAID – ACH (2005).

Las dos zonificaciones responden a criterios similares pero resultan en divisiones distintas. Así, Nitlapán se centra en las zonas agroecológicas y las regiones socioeconómicas para establecer 12 divisiones del territorio según cultivos y usos potenciales de la tierra mientras que USAID – ACH atienden básicamente al nivel socioeconómico y a la seguridad alimentaria y distinguen 13 regiones. Sin embargo, sea cual sea la zonificación preferida ambas le dan a esa zona características similares.

a) Zonificación Nitlapán

La clasificación más reciente llevada a cabo por Ruiz y Marín en 2005 (Figura 42) está basada en la que se estableció en 1996 y seguramente por eso mantiene al municipio de La Concordia dentro de la zona 5 (zona cafetalera-ganadera) con algunas áreas pequeñas en la zona 2 (zona cafetalera) y zona 8 (zona seca).

FIGURA 42: Zonas agrarias de Nicaragua. Fuente: Ruiz y Marín, 2005.

- 1: Comunidades indígenas; 2: Zona cafetalera; 3: Vieja frontera agrícola-ganadera; 4: Zona baja ganadera;
- 5: Zona cafetalera-ganadera; 6: Cuenca lechera; 7: Zona costera de potencial turístico; 8: Zona seca; 9: Zona campesina norte; 10: Zona de planicie del Pacífico;
- 11: Zona cafetalera del Pacífico; 12: Zona campesina del Pacífico.



(14) Instituto de Investigación Aplicada y Promoción del Desarrollo Local – Universidad Centroamericana.



Debido a la crisis del café no parece muy probable que éste sea el cultivo más extendido en el municipio (con 99,75 mz), sobre todo en la parte más baja, que seguramente correspondería más a la zona seca, de clima semi-árido y donde el agua es el factor limitante más importante para la intensificación tanto del cultivo de hortalizas como de la ganadería (Ruiz y Marín, 2005).

La parte alta del municipio de La Concordia, así como la parte sur del municipio de San Sebastián de Yalí corresponden a la zona clasificada como cafetalera, situación que se adecuaría a las características físicas y climáticas de la zona, con altitudes mayores de 900 msnm y altas precipitaciones (más de 1000 mm al año).

b) Zonificación USAID-ACH

Según la clasificación de USAID – ACH (2005) la mayor parte del municipio de La Concordia corresponde a la zona 13 (zona agropecuaria de subsistencia, café y tabaco) y el resto del municipio, la zona norte, a la denominada zona cafetalera con comercio agropecuario (Figura 43).



FIGURA 43: Zonas de medios de vida de Nicaragua. Fuente: USAID – ACH, 2005.

1: Zona occidental agroexportadora de pesca y acuicultura; **2:** Zona occidental industrial, agroindustrial y de agricultura de subsistencia; **3:** Zona agropecuaria de subsistencia, migración y venta de leña; **4:** Zona norte especial agroindustrial; **5:** Zona agropecuaria y mano de obra a maquilas; **6:** Zona sur de alta diversificación agropecuaria, agroindustrial, industrial y de turismo; **7:** Zona sur agropecuaria y de turismo; **8:** Zona ganadera y de frontera agrícola; **9:** Zona agropecuaria con alta migración a Costa Rica; **10:** Zona costera de las Regiones Autónomas; **11:** Zona del Atlántico Norte de frontera agrícola y minera; **12:** Zona cafetalera con comercio agropecuario; **13:** Zona agropecuaria de subsistencia, café y tabaco.

Esta clasificación, a diferencia de la anterior, no le da tanto peso a la actividad ganadera del municipio y se centra más en el hecho de ser una zona con agricultura de subsistencia. El café sigue presente aunque con menor peso también y el tabaco no es un cultivo propio de La Concordia (pero sí está presente en zonas cercanas a Estelí).

3.3.1.3. Aplicación a La Concordia

A la luz de las zonificaciones anteriores se sugiere la división del municipio de La Concordia entre la parte alta, de influencia cafetalera-ganadera, con menos superficie del territorio municipal pero con más implantación en el resto de municipios que participan en el Comité Trimunicipal de la parte alta de la subcuenca del río Viejo y la zona seca o de agricultura de subsistencia, con producción de granos básicos y hortalizas principalmente.

En la zona seca el principal factor limitante para la intensificación de la producción (tanto agrícola como ganadera) es el agua, seguido por el acceso a los mercados por una parte de los campesinos. Otros factores que influyen son el limitado acceso a información técnica y las dificultades para la obtención de crédito (Ruiz y Marín, 2005).

En la región norte, o zona de influencia cafetalera-ganadera, el principal problema que se presenta es la crisis en los precios del café, que ha obligado a los empresarios del café a reducir costes de producción (especialmente en el mantenimiento de los cafetales) y con ello a reducir la utilización de mano de obra (Ruiz y Marín, 2005).

3.3.2. TIPOS DE PRODUCTORES

La tipología de agricultores que se propone aquí está basada en los estudios llevados a cabo por Nitalapán (Maldidier y Marchetti, 1996; Marín y Pauwels, 2001; Ruiz y Marín, 2005) que propone describir los estratos sociales agrícolas en función de la trayectoria histórica de desarrollo del capitalismo en el agro, de tal manera que a medida que el campesinado se va integrando en el mercado se va posicionando en el abanico de capas que va desde grandes hacendistas a proletarios agrícolas.

El hecho primero diferenciador no es la tenencia de la tierra sino la relación de producción vinculada a la venta o compra de fuerza de trabajo. El resto de estratos surge de la combinación de otros factores: tenencia de tierra, tipo de rubro producido, nivel de ingresos.



La evolución histórica puede mostrar alguna variación respecto a los datos que se presentan pero en la última actualización las tipologías que aparecen se pueden clasificar en los siguientes grupos: semi-campesinos, campesinos intensivos, campesinos extensivos, finqueros y medianos y grandes empresarios agrarios.

En la región seca (que cubre la mayor parte de la superficie del municipio de La Concordia) la distribución de las tipologías por familias es mucho más homogénea que en la zona cafetalera-ganadera, donde las desigualdades están más marcadas (Tabla 5).

TIPOLOGÍAS DE AGRICULTORES	REGIÓN			
	ZONA SECA		ZONA CAFETALERA-GANADERA	
	Familias	Superficie	Familias	Superficie
Semi-campesinos	36	3	70	22
Campesinos intensivos	21	6	18	11
Campesinos extensivos	29	23	5	13
Finqueros	10	22	4	16
Medianos y grandes empresarios agrarios	3	37	2	31
Otros	1	9	1	7
TOTAL	100	100	100	100

TABLA 5: Distribución de las familias y la superficie de tierras (%) en función de la zona y la tipología de agricultor.
Fuente: Ruiz y Marín, 2005.

• **Semi-campesinos**

Los semi-campesinos son agricultores muy empobrecidos con poco acceso a tierra y con poca capacidad de acumulación de bienes. Por norma general tratan de intensificar su finca con cultivos permanentes, pero las principales fuentes de ingresos son el trabajo asalariado fuera del hogar y el alquiler de tierra en fincas ajenas. No suelen tener ganado.

Pese a ser vendedores de mano de obra, aproximadamente el 30% contrata trabajadores temporales para algunas labores (cuando el tamaño de la familia no es suficiente). Tan sólo el 15% tiene acceso a crédito y un 10% ha recibido asistencia técnica o capacitación agraria, principalmente pública.

El sistema de producción varía según la zona agroecológica. En las zonas cafetaleras los sistemas de producción incluyen el cultivo de café, musáceas y frutales con pequeñas áreas de hortalizas pero la producción de granos es muy poca mientras que en las zonas bajas ganaderas los sistemas de cultivo son una combinación de granos básicos, musáceas y tubérculos (Figura 44). La producción de maíz y frijol está destinada casi en su totalidad al autoconsumo, mientras que las hortalizas se comercializan.

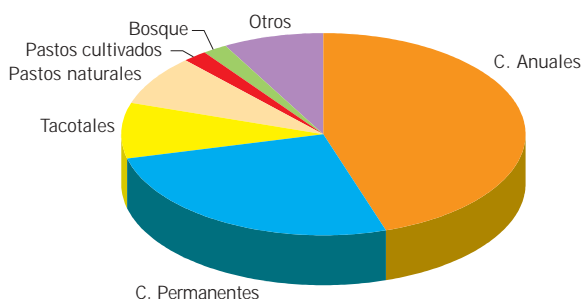


FIGURA 44: Distribución de la producción agropecuaria de los semi-campesinos. Fuente: Ruiz y Marín, 2005.
C. Permanentes: cultivos permanentes; C. Anuales: cultivos anuales.

• Campesinos intensivos

Este tipo de productores dispone de más tierras, sin embargo sólo una parte de las mismas permiten la intensificación, el resto son suelos en colinas, poco profundos. Parte de estos productores tiene acceso al agua y por lo tanto implementa sistemas de riego, generalmente de gravedad lo que les permite cultivar hortalizas de verano y regar en períodos de sequía o canículas prolongadas. Estos campesinos también son llamados frijoleros u hortaliceros.

El 94% de la fuerza de trabajo empleada en la finca es familiar y al igual que los semi-campesinos, contratan temporalmente mano de obra para resolver los picos de trabajo agrícola (siembra y cosecha principalmente). Los equipos de trabajo y transporte más importantes son las yuntas de bueyes, el arado y la carreta. Un 64% posee bombas de fumigar manuales y algunos de ellos tienen bombas de motor. Aproximadamente el 30% de estas familias reciben créditos y asistencia técnica (tanto pública como de ONG).

Esta tipología se ubica principalmente en zonas secas, sobre todo con cultivos anuales. Producen granos básicos para su autoconsumo y algunos tienen cabezas de ganado que les proveen de leche (Figura 45). A la comercialización dedican parte de los frijoles y las hortalizas.



- **Campesinos extensivos**

La ganadería extensiva, tanto de carne como de leche, es la principal característica de este grupo (Figura 46), seguida por el cultivo de granos básicos con arado en las zonas planas y con espeque en las onduladas o quebradas (generalmente en áreas de reserva como tacotales o potreros perdidos). Tienen buen acceso a tierra.

La fuerza de trabajo utilizada suele ser familiar (87%), sin embargo para el manejo del ganado contratan mano de obra. Por lo general, tienen un nivel de equipamiento e infraestructuras bastante bueno y aquéllos que más se dedican a la agricultura suelen ser dueños de su propia yunta de bueyes y su carreta.

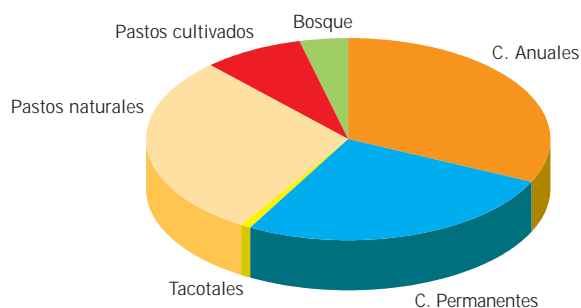


FIGURA 45: Distribución de la producción agropecuaria de los campesinos intensivos. Fuente: Ruiz y Marín, 2005.
C. Permanentes: cultivos permanentes; C. Anuales: cultivos anuales.

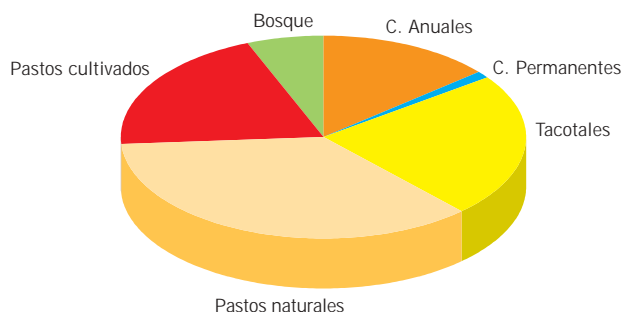


FIGURA 46: Distribución de la producción agropecuaria de los campesinos extensivos. Fuente: Ruiz y Marín, 2005.
C. Permanentes: cultivos permanentes; C. Anuales: cultivos anuales.

• Finqueros

Existen dos tipos principales de campesinos finqueros, que son los finqueros cafetaleros y los finqueros ganaderos. En ambos casos se trata de productores de origen campesino que se han capitalizado y que en las décadas de los años '60 y '70 se establecieron en las tierras altas. Actualmente se dedican a la producción de café gracias a condiciones agroecológicas favorables lo que les permite una buena remuneración del trabajo familiar y a la producción ganadera.

Los recursos con los que cuentan los finqueros cafetaleros son la tierra y las plantaciones, aunque algunos también tienen bienes de capital como despulpadoras, camionetas, beneficios. Son generadores de empleo, especialmente en época de corte. La mitad de los finqueros tiene acceso al crédito (51%) y aproximadamente el 20% a asistencia técnica.

El uso predominante de la tierra no son los cafetales si no los pastos (38%), además de contar con bosques y tacotales (16%), lo que les da cierta capacidad de adaptación a la fluctuación de precios del café, ya que también produce musáceas, hortalizas y frutales (Figura 47). Su mayor dificultad es el acceso a los mercados, ya que no cuentan con buenas infraestructuras viarias.

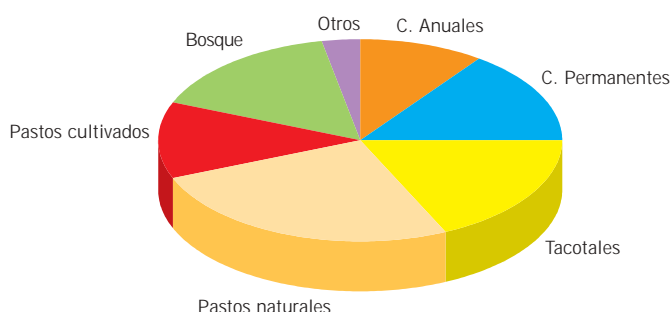


FIGURA 47: Distribución de la producción agropecuaria de los finqueros cafetaleros. Fuente: Ruiz y Marín, 2005.
C. Permanentes: cultivos permanentes; C. Anuales: cultivos anuales.

Las plantaciones son medianamente intensivas en trabajo y con poco uso de insumos (sólo la mitad de los productores utilizan fertilizantes). Aproximadamente el 40% de las áreas de café no están en producción aunque se observan cafetales en proceso de recuperación (gracias a los repuntes periódicos del precio del café).



Los finqueros ganaderos son los que más dependen del trabajo asalariado y muchas veces invierten en otros rubros para evitar la vulnerabilidad. Este sector está más capitalizado en tierras y ganado que el anterior pero tiene peor acceso al crédito (9%) y a la asistencia técnica (12%).

La producción agrícola suele destinarse básicamente al consumo de la finca, mientras que la ganadería es de doble propósito (Figura 48). Aquéllos finqueros con mejor acceso a las vías de comunicación se dedican más a la producción de leche mientras que los que tienen un acceso peor a la crianza y desarrollo.

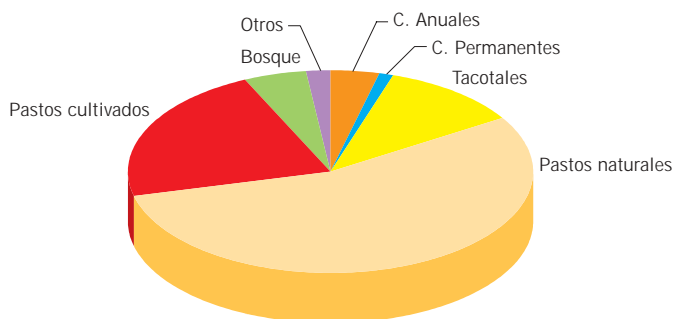


FIGURA 48: Distribución de la producción agropecuaria de los finqueros ganaderos.

Fuente: Ruiz y Marín, 2005. C. Permanentes: cultivos permanentes; C. Anuales: cultivos anuales.

• Medianos y grandes empresarios agrarios

Son productores altamente capitalizados. Existen diferentes tipos: cafetaleros, ganaderos y productores agrícolas, aunque en la zona predominan los de tipo ganadero. Éstos no constituyen un grupo homogéneo y su común denominador suele ser su actividad altamente extensiva. Por norma general los medianos empresarios son más intensivos que los grandes.

Constituye el sector más capitalizado de todos (especialmente en tierra y ganado) y contrata una importante cantidad de mano de obra, tanto temporal como permanente. A diferencia de los empresarios productores agrícolas, el acceso al crédito de este sector es relativamente bajo (en torno al 8%) al igual que a la asistencia técnica (10%).

Los medianos empresarios ganaderos priorizan la crianza y desarrollo de ganado frente a los grandes empresarios que priorizan el desarrollo y engorde. La producción de granos básicos se destina

al consumo de los trabajadores de las fincas (al igual que la producción de musáceas y hortalizas) y a la alimentación animal (Figura 49).

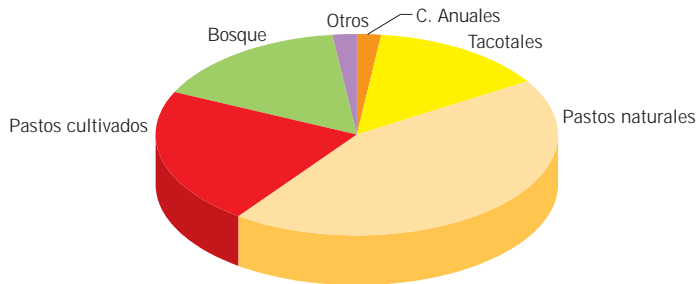


FIGURA 49: Distribución de la producción agropecuaria de los empresarios agrarios ganaderos.
Fuente: Ruiz y Marín, 2005. C. Permanentes: cultivos permanentes; C. Anuales: cultivos anuales.



4. TOMA DE DATOS

Siguiendo las especificaciones expuestas en la descripción de la metodología para la evaluación de la sostenibilidad de cultivos, se muestra a continuación el proceso de obtención de la información, tanto las encuestas como los análisis de suelos.

4.1. ENCUESTAS

Para la realización de este estudio se seleccionó una zona de la parte alta de la subcuenca del río Viejo, mayoritariamente correspondiente al municipio de La Concordia, que tiene una superficie de 122 km², pero también algunas comunidades de los municipios vecinos de San Rafael del Norte y San Sebastián de Yalí.

La información utilizada para calcular los indicadores se obtiene mediante encuestas presenciales a los agricultores, siendo, tanto el número de encuestas como los lugares donde se realizan representativos de la zona estudiada. De esta manera, de aproximadamente 552 agricultores que se estima que viven en el municipio de La Concordia (CENAGRO, 2001), se trabaja sobre unos 150 que participan en la Cooperativa Odorico d'Andrea y con ISF, mayoritariamente en La Concordia pero también en San Rafael del Norte y San Sebastián de Yalí.

De entre los 150 agricultores se seleccionan aquéllos que han participado en la primera fase del proyecto de instalación de riego por goteo llevado a cabo por ISF y la Cooperativa Odorico d'Andrea y cuyos datos estén actualizados ($n_{\text{total}} = 126$). De un total de 126 agricultores objetivo, se realizan 55 entrevistas, principalmente en las comunidades del municipio de La Concordia ($n_{\text{La Concordia}} = 47$), pero también en el municipio de San Rafael del Norte ($n_{\text{San Rafael del Norte}} = 5$).

A la hora de seleccionar a los agricultores que van a ser entrevistados se divide el total de los mismos según su ubicación en la cuenca, diferenciando entre la cuenca alta y la cuenca baja. Este criterio se sustenta en el hecho de que las características agroclimáti-

cas de las zonas están claramente diferenciadas y constituyen el mayor hecho diferenciador en la zona.

Así pues, atendiendo a su localización en la cuenca, los 126 agricultores se reparten en un 44,44% en la parte alta y un 55,56% en la parte baja, mientras que las 55 encuestas se reparten en un 43,64% en la parte alta y un 56,36% en la parte baja, respetando la proporcionalidad en la distribución geográfica (Figura 50).

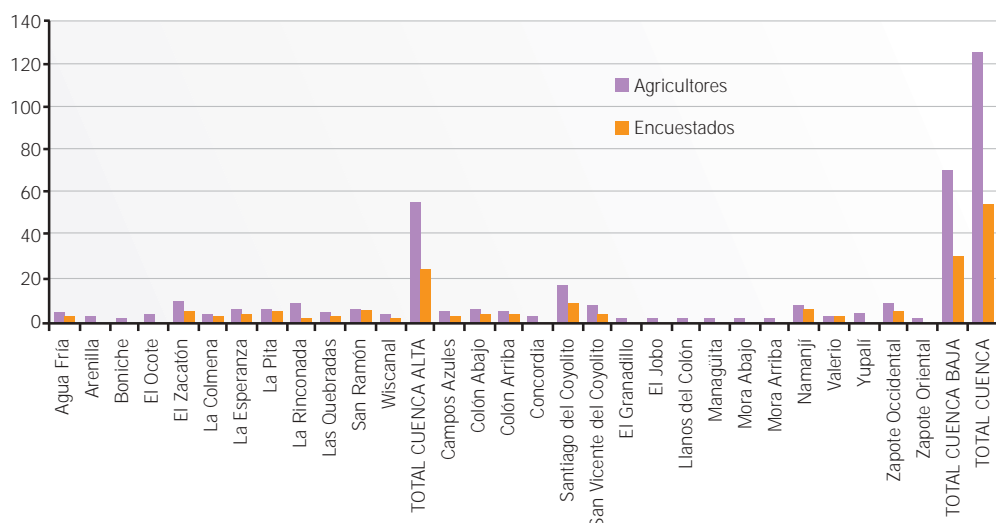


FIGURA 50: Distribución de las entrevistas realizadas respecto al conjunto de agricultores con los que trabaja ISF-ApD.

Fuente: Elaboración propia, 2008.

La información de las encuestas responde básicamente al tipo de indicadores que pretendemos usar para evaluar la sostenibilidad, esencialmente de tipo socio-económico, agrario y ambiental. Sin embargo, en las encuestas se recoge más información (participación en el mercado de crédito, hojas de cultivo y márgenes brutos, características de la vivienda) de tal manera que permita validar y analizar los datos desde una perspectiva más amplia.

A la hora de validar los datos relativos a los agricultores y habitantes de la zona se comparará la información de las encuestas con la disponible en la base de datos obtenida por Ponces y Orozco (2007). Esta base de datos también se usará para obtener más información complementaria.



Encuesta de evaluación

SI TODO ESTA BIEN CON LA BOLETA, LLENAR LO SIGUIENTE:

- A. Encuestador: _____ B. Número de encuesta _____
C. Comunidad: _____ D. Municipio _____
E. Localización de la vivienda _____
F: Fecha entrevista _____
G. A qué cooperativa o asociación pertenece _____
H. Nombre del técnico _____

ENCUESTA PARA MONITOREO DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

Buen día. Estamos realizando una encuesta a fin de conocer el nivel satisfacción con respecto a la asistencia técnica recibida en los últimos años. Todos los datos que nos proporcione serán confidenciales. Siéntase libre de responder la encuesta. No existen respuestas buenas ni malas.

SECCIÓN A: INFORMACIÓN SOCIO-DEMOGRAFICA

1. Nombre de la persona entrevistada _____
2. Código _____
3. Sexo de la persona entrevistada (1) Masculino (2) Femenino
4. ¿Quién es el o la jefe del hogar?
(1) Pariente femenino (2) Pariente masculino (3) La pareja
5. ¿Edad del jefe de hogar? _____
6. ¿Último grado de educación obtenida (jefe de hogar)?
(1) Primaria (1 a 4 grado) (2) Primaria hasta 6to grado (3) Secundaria 1-3 año
(4) Bachillerato 4-5 año (5) Técnico (6) Universitario
7. ¿En los últimos meses, cuantas personas residen habitualmente en esta vivienda? _____
8. ¿Cuántos de ellos son menores de 15 años? _____

SECCIÓN B: CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

1. ¿Su vivienda es?

(1) Propia (2) Arrendada (3) De un familiar (prestada) (4) Otro _____

2. ¿Tiene título de propiedad de su casa (inscrita, registrada, derechos reales)?

(1) Sí (0) No

6. ¿Con qué tipo de suministro de electricidad cuenta su casa?

(1) Sin suministro (2) Con conexión compartida (3) Conexión propia con contador

7. ¿La vivienda cuenta con servicio de agua potable?

(1) Sí (0) No

8. ¿Con qué tipo de instalaciones sanitarias cuenta su hogar?

(1) Servicio sanitario (2) Letrina (3) Fosa séptica (4) No tiene (5) Otro

9. ¿Tiene acceso a teléfono y/o celular?

(1) Sí (0) No

SECCIÓN C: CARACTERÍSTICAS AGRÍCOLAS

1. ¿A que actividad se dedica mayormente?

(1) Agricultura a tiempo completo en sus propias tierras (2) Agricultura como jornalero
(3) Actividades no agrícolas (4) Agricultura propia y asalariada

2. Tiempo que se dedica (jornales) al año.

(1) Agricultura propia _____
(2) Agricultura asalariada _____
(3) Otras actividades no agrícolas _____



3. ¿Que cultiva mayormente su familia? [Señalar la actividad más importante].

* Nota: si hay cultivos asociados, rotación de cultivos (el mismo terreno soporta diferentes cultivos).

No.	Cultivo	Manzanas
1	Cultivos básicos – maíz y frijol	
2	Hortalizas	
3	Tubérculos (papa)	
4	Café	
5	Frutales	
6	Pastos	
7	Bosque	
Total		

Indicar las rotaciones de cultivos: _____

4. ¿Cuál es la segunda fuente de ingreso más importante de su familia?

(1) Agricultura en sus propias tierras

(2) Agricultura como jornalero

(3) Actividades no agrícolas

(4) Remesas

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PROPIEDADES QUE TIENE EL HOGAR

	Número de parcelas				
	1	2	3	4	5
1. Área de la parcela					
2. Tipo de tenencia					
7. Distancia al camino más cercano (minutos)					
8. ¿Este camino es transitable todo el año? 1=Sí; 0=No					
9. Tipo de riego 0. Ninguno 4. Aspersión 1. Inundación 5. Goteo 2. Pozo perforado 6. Bombeo y luego gravedad 3. Pozo malacate 7. Otro. Esp. _____					
10. Pendiente (clave 9) 1=Plano o casi plano (0-5%) 2=Moderadamente inclinado (5-15%) 3= Muy inclinado - inadecuado					

ACTIVOS AGRÍCOLAS

Tipo de maquinaria y equipo		2. ¿Cuántos tiene actualmente?	3. ¿Cuál es el valor al que los adquirió?	4. ¿En qué año los compró o construyó?
1. Código	Nombre			
1.	Corral			
2.	Bodega			
3.	Silo/granero			
4.	Pozo			
5.	Carreta de bueyes			
6.	Bomba de riego			
7.	Cosechadora			
8.	Carro			
9.	Camión			
10.	Motocicleta			
11.	Bueyes			

SECCIÓN D. DATOS AMBIENTALES-ECOLÓGICOS

	Número de parcelas				
	1	2	3	4	5
1. ¿Practica agroforestería?					
2. Cantidad de árboles por manzana					
3. Realización de prácticas extractivas de fauna	(1) Sí (0) No				
4. Diversidad de fauna	(0) Inapreciable (1) Escaso (2) Abundante (3) Muy abundante				
5. Grado de Erosión (0) Sin erosión (2) Moderada (1) Leve (3) Severa					

SECCIÓN E. PARTICIPACIÓN EN ORGANIZACIONES COMUNALES

1. ¿Participa usted o algún miembro de su familia en alguna organización social, gremial o comunal?

(1) Sí

(0) No



1. Código y descripción de la organización		2. ¿Esta organización existe en la comunidad o no?	3. ¿Algún miembro del hogar pertenece a este tipo de organización?	6. ¿Alguien perteneció a este tipo de organización en el pasado?	9. ¿Dan Uds. algún tipo de contribución a la organización?	10. ¿Cuáles son los principales servicios o beneficios que ofrece la organizacion?
1	Cooperativa Agrícola					
2	Asociación de productores agrícola o pecuario					
3	Comunal					
4	Empresa privada					
5	Banco comunal/caja rural					
6	ONG/Proyecto externo					
7	Iglesia					
8	Otro					

2. ¿Qué servicios recibe de la cooperativa y/o asociación a la que pertenece? (de la cual recibe asistencia técnica)

3. ¿Por cuántos años ha sido miembro de la cooperativa? _____

4. ¿Cuál es su percepción sobre los servicios que ofrece la cooperativa?

(a) Muy malos (b) Malos (c) Regulares (d) Buenos (e) Excelentes

5. ¿Usted fue consultado para el diseño del proyecto de asistencia técnica?

(1) Sí (0) No

6. ¿Recibe usted avances informativos sobre la marcha del proyecto?

(1) Sí (0) No

7. ¿Usted participó en el último taller del proyecto?

(1) Sí (0) No

8. ¿Conoce el monto del valor total del proyecto en su finca (inversión en tecnología-riego)?

9. ¿Ha participado en otros proyectos o programas?

(1) Sí (0) No

10. De una escala de 1 a 5 indique su nivel de acuerdo con los siguientes enunciados siendo: 1=totalmente en desacuerdo, 2= desacuerdo, 3=neutral, 4=de acuerdo, 5=muy de acuerdo.

1. Usted tiene confianza en la cooperativa _____
2. Sus opiniones son tomadas en cuenta en las decisiones de la cooperativa _____
3. El proyecto de riego por goteo fue importante para su actividad productiva _____
4. La comunicación interna de la cooperativa es efectiva _____
5. Quedó satisfecho con las visitas de asistencia técnica realizadas _____
6. Quedó satisfecho con las capacitaciones realizadas _____
7. Estas visitas y capacitaciones fueron importantes para usted _____

SECCIÓN F. OPINIONES Y PERCEPCIONES

1. ¿Cuáles considera usted que actualmente son los tres problemas principales para mejorar la producción y aumentar los ingresos de su familia?

Problema principal nº 1: _____

Problema principal nº 2: _____

Problema principal nº 3: _____

CUADRO CALIFICACION DE SITUACIÓN DEL HOGAR

2. En los últimos 3 años, ¿El hogar ha mejorado, empeorado o estado igual respecto a (de una escala de 1 a 5 indique su nivel de acuerdo con los siguientes enunciados siendo 1=mejoró mucho, 2= mejoró, 3=casi no cambió, 4=empeoró, 5=empeoró mucho):

1. N° orden	2. Nombre del asunto	3. Calificación	4. Observaciones
1	Sus ingresos		
2	La casa		
3	La salud		
4	La alimentación		
5	La educación de sus hijos		
6	Sus conocimientos técnicos		
7	Sus conocimientos para lograr la venta de productos		



3. Hoy en día, conseguir mano de obra para trabajo en las fincas es

(1) Fácil

(2) Difícil

4. Si es difícil conseguir mano de obra para trabajo en las fincas, eso es por

(1) Escasez general

(2) Muy cara

(3) Mucha competencia cuando la necesite

(4) Otra razón _____

SECCIÓN G. PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO DE CRÉDITO

Nota al encuestador: los créditos no se limitan a los préstamos bancarios, sino también incluyen: el dinero, los insumos, los servicios (por ejemplo, maquinaria) y los bienes que los miembros del hogar recibieron a cambio de una promesa de pagar - sea en dinero, producto o mano de obra - en el futuro.

1. Durante el último año, ¿usted u otro miembro de su hogar recibió un crédito para: actividades agropecuarias, negocios gastos del hogar (consumo) o gastos imprevistos?

(1) Sí

(0) No

CUADRO FUENTES DE CRÉDITO EN EL ÚLTIMO AÑO

Código	Nombre de la institución	Sí/no	Monto
1	Formal regulada (Banco estatal, banco privado, cooperativa, otra institución regulada).		
2	Formales no reguladas (cooperativa de productores, banco comunal, caja rural, grupo solidario, ONG o proyecto)		
3	Crédito de fuentes informales (tienda de insumos agrícolas, otra tienda, coyote, prestamista)		
4	Familiar o amigo		
5	Otra institución formal regulada: Tipo de institución que le brindó el préstamo:		

2. Si usted recibe crédito de la cooperativa ¿Considera que el monto fue suficiente?

(1) Sí

(0) No

3. A su criterio, ¿el trámite para solicitar el préstamo fue ágil?

(1) Sí

(0) No

4. La tasa de interés a la que recibió el préstamo fue:

(1) Alto (2) Normal (3) Bajo

5. ¿El plazo al que recibió el préstamo se ajusta sus necesidades?

(1) Sí (0) No

6. ¿Considera que el crédito que ofrece la cooperativa tiene más ventajas que otras instituciones de préstamo?

(1) Sí (0) No

7. ¿Para qué actividad principal usó el crédito (de cualquier fuente)?

(1) Comprar insumos (2) Comprar ganado (3) Pagar mano de obra
(4) Comprar equipo (5) Consumo del hogar (6) Otro

8. Si ya se terminó el plazo del crédito, ¿usted lo canceló totalmente?

(1) Sí (0) No

9. Si no lo pudo cancelar, explique por qué _____

10. Para conseguir este crédito, ¿Qué tipo(s) de garantía dio?

(1) Vivienda (2) Ganado (3) Cosecha (4) Tierra (5) Otro _____

11. Durante los últimos tres años, ¿Algún miembro del hogar solicitó algún crédito que le fue rechazado?

(1) Sí (0) No

12. ¿Por qué razón le negaron el crédito (o los créditos)? (señale todas las respuestas que mencione)

(1) Falta de garantías (2) Le faltaron documentos (3) Malas referencias
(4) Ingresos insuficientes (5) Falta de solvencia (6) Otro _____



Cuadro características del Técnico

Edad del técnico	
Ultimo título alcanzado	
Número de productores que atiende	
Años de trabajar dentro del proyecto	
Densidad de plantación:	Fecha de siembra:
Producción:	Fecha de cosecha:
Superficie de parcela:	

Fecha	Labor - Actividad	Apero	Tiempo	Producto	Unidades	Observaciones

Ingresos					
Producto	Cantidad	Precio	Valor total	Valor/ha	Observaciones
TOTAL					

Costos					
Producto	Cantidad	Precio	Valor total	Valor/ha	Observaciones
TOTAL					

MARGEN BRUTO

--	--

4.2. ANÁLISIS DE SUELOS

Además de las encuestas se realizan 22 análisis de suelos para obtener la información edafológica. Las tomas se realizan en los primeros 20 centímetros de suelo siguiendo la metodología descrita por Saña et al. (1996). y Los análisis químicos se realizan en el laboratorio Laquis, León, Nicaragua en marzo de 2008.



5. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD

Los resultados obtenidos se analizan por grupos de indicadores, tal como se explicaron en el capítulo anterior, y se dividen entre cuenca alta, baja y total y se comparan respecto al mínimo aceptable y al óptimo, que marcan el rango dentro del cual deberían situarse los indicadores.

Los resultados de cada indicador se muestran en el **Anejo I**, estructurados por agricultor, zona de la cuenca y cultivo, a excepción de aquéllos indicadores que no hacen referencia a los cultivos que se muestran por agricultor y zona de la cuenca y los resultados del indicador de uso de agroquímicos, que se presenta además, por tipo de fitosanitario. Los resultados de los análisis de suelos se muestran también en el **Anejo I**, según el productor y la zona de la cuenca.

5.1. INDICADORES SOCIO-ECONÓMICOS

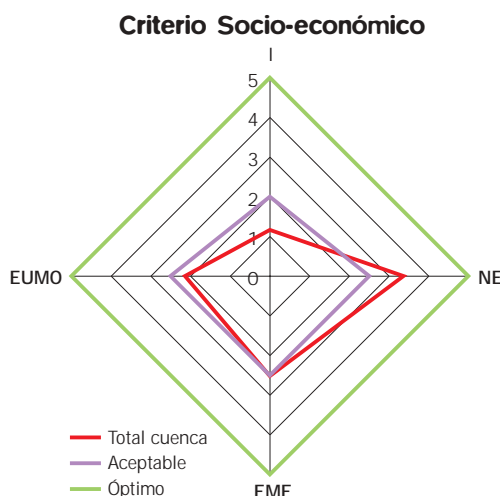
Este grupo de indicadores es el que muestra valores más bajos, incluso por debajo del mínimo aceptado como sostenible, lo que sugiere la idea de que los sistemas de cultivo actuales no son sostenibles económicamente, principalmente por los bajos ingresos que generan (debido a los bajos rendimientos y la baja rentabilidad que obtienen de los cultivos) pero también en la cuenca alta por la baja eficiencia en el uso de la mano de obra (Tabla 6).

CUENCA	RENTABILIDAD		PERDURABILIDAD	TECNIFICACIÓN	INDICADOR SOCIO-ECONÓMICO
	I	NE	EME	EUMO	
Cuenca alta	1,32	4,58	2,77	1,51	2,27
Cuenca baja	1,03	2,42	2,33	2,63	1,99
Total cuenca	1,16	3,36	2,52	2,14	2,11
Aceptable	2,00	2,50	2,50	2,50	2,33
Óptimo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

TABLA 6: Valores de sostenibilidad socio-económica para la cuenca alta, baja y total así como el mínimo aceptable y el óptimo. Fuente: Elaboración propia, 2008.

I: ingresos; NE: número de empresarios; EME: edad media de los empresarios; EUMO: eficiencia en el uso de la mano de obra.

Los resultados obtenidos en estos indicadores son muy diferentes según la ubicación dentro de la cuenca. De esta manera, los indicadores obtenidos en la cuenca alta (valor final 2,27) se acercan al mínimo aceptable (2,33), mientras que los obtenidos en la cuenca baja (valor final 1,99) se alejan más. Este hecho es debido a que en tres de los cuatro indicadores observados la cuenca alta presenta mejores resultados que la cuenca baja (Figura 51).



I: Ingresos; NE: Número de Empresarios; EME: Edad Media de los Empresarios; EUMO: Eficiencia en el Uso de Mano de Obra.
FIGURA 51: Diagrama de sostenibilidad socio-económica en el total de la cuenca. Fuente: Elaboración propia, 2008.

Es necesario aclarar que el análisis se ha realizado sobre los sistemas de cultivo de las hortalizas indicadas en los objetivos, dejando al margen otros cultivos (café, frutales, sandía, manzanilla), ganadería (que es una fuente importante de ingresos) y otras fuentes de ingresos como trabajo asalariado agrícola o no, pulperías, artesanía, compra-venta de alimentos básicos,... que no se han tenido en cuenta por no considerarlas objetivo del proyecto.

Cabría esperar que la parte alta de la cuenca tuviera mayores ingresos si consideramos todas las actividades agropecuarias, puesto que la mayor parte del capital de los agricultores está en tierras y ganado, de acuerdo a la trayectoria histórica de la zona (Marín y Pauwels, 2001). Sin embargo, si consideramos los ingresos por actividades no agrícolas, éstos tienen mucho mayor impacto en la cuenca baja.

Por lo que respecta a los ingresos de los agricultores observamos que, pese a tener peores rendimientos en la cuenca alta con márgenes brutos similares (para tomate, cebolla, chiltoma y repo-



llo), el hecho de cultivar patata, que tienen un alto margen bruto, les permite tener más ingresos. Ésta es una situación estructural ya que la parte baja de la cuenca no presente buena aptitud agronómica para el cultivo de patata. Aun así, el valor de los ingresos en cualquier zona de la cuenca es bajo a causa de los bajos rendimientos.

El hecho de no contar con suficientes ingresos agrícolas en la parte baja explicaría por qué hay mucha más gente que tiene otra fuente de ingresos (26% en la parte baja frente al 4% en la parte alta). Especialmente pulperías, lo que se explica debido al hecho de que en esa parte de la cuenca vive más gente y cuenta con mejores infraestructuras viarias.

Entre las soluciones posibles para incrementar los ingresos por los cultivos está intentar comercializar los productos a través de la cooperativa en el mercado de abasto, en destino, donde los cultivos aumentan de precio (Tabla 7), sin embargo esta solución también plantea una serie de inconvenientes (Rodríguez, 2005):

- Falta de organización de los productores.
- Falta de experiencia en mercadeo.
- Malas infraestructuras viarias.
- El transporte y el almacenamiento elevan los costes.
- Los productores pueden dar la cosecha en prenda por la falta de financiamiento.

CULTIVO	PRECIOS EN ORIGEN	PRECIOS EN DESTINO	FACTOR DE MULTIPLICACIÓN	DESTINO	DISTANCIA AL ORIGEN
Tomate	1,20	1,80	1,5	Mayoreo (Managua)	197 km
Cebolla	2,00	3,20	1,6	Oriental (Managua)	
Chiltoma	1,00	2,40	2,4	Oriental (Managua)	
Repollo	1,50	3,00	2,0	Mayoreo (Managua)	
Papa	2,20	2,60	1,2	Mayoreo (Managua)	

TABLA 7: Precios en origen y destino (C\$/lb para tomate, cebolla, chiltoma y papa; C\$/ud para repollo). Fuente: Rodríguez, 2005.

La media de edad entre los agricultores de las dos partes de la cuenca es similar (42 años en la cuenca alta frente a 45 en la cuenca baja), sin embargo, si estudiamos la distribución de las eda-

des por rangos observamos que en la parte baja, la población está más envejecida que en la parte alta (Figura 52).

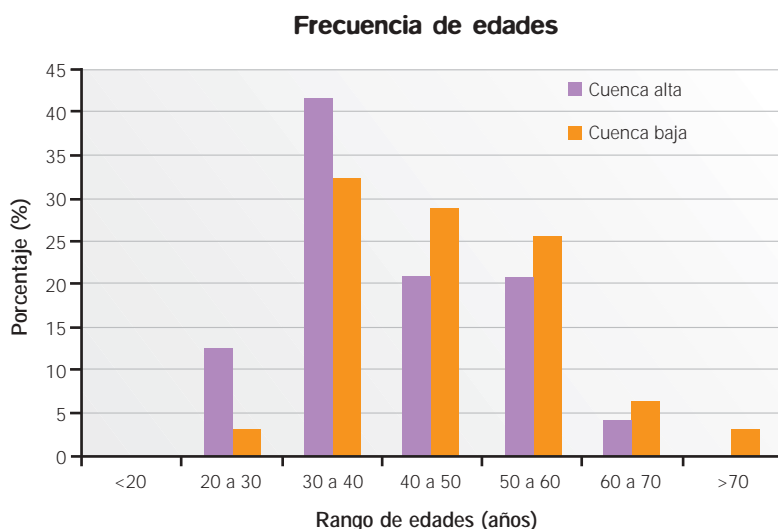


FIGURA 52: Frecuencia de edades entre los agricultores de la cuenca. Fuente: elaboración propia, 2008.

Esta distribución de edades es consecuencia de la percepción que tienen los agricultores de la cuenca alta de que la actividad agraria resulta rentable, lo que explicaría su incorporación temprana al mercado laboral y la sustitución de los agricultores más viejos por sus hijos jóvenes. Este hecho dota a los sistemas de cultivo de mucha perdurabilidad en el tiempo, puesto que permite la renovación de las personas.

Otro efecto positivo de la incorporación de los jóvenes es que se invierte más en la producción (se invierte más en los primeros años que en los últimos), lo que permite mejorar las técnicas productivas y reduce la resistencia a la implementación de nuevas tecnologías. A modo de ejemplo, la Unión Europea a través de la Dirección de Agricultura promueve la jubilación temprana de los viejos agricultores y la incorporación de los jóvenes (CCE¹⁵, 2005).

La eficiencia en el uso de la mano de obra en la parte alta de la cuenca es muy baja (1,51) mientras que en la parte baja está por encima del mínimo (2,63). Este dato está relacionado con los ba-

(15) Comisión de las Comunidades Europeas.



jos rendimientos obtenidos en la parte alta de la cuenca (que son un 33% inferior que los de la parte baja), puesto que para un mismo número de horas trabajadas, la producción es menor. Este dato concuerda con la afirmación de Ruiz y Marín (2005) que observa una baja productividad por mano de obra en Nicaragua (la menor de todos los países centroamericanos).

Si desglosamos los costes de producción en mano de obra, fertilizantes, fitosanitarios, combustible y “otros” observamos como la partida que más costes implica es la mano de obra, seguido de los fertilizantes, “otros” (en el que se incluyen semillas, alquiler de tracción, mallas, estacas, cordeles...), fitosanitarios y combustible (Tabla 8).

PARTIDA	CULTIVO					
	TOMATE	CEBOLLA	CHILTOMA	REPOLLO	PATATA	PROMEDIO
Mano de obra ¹	22	28	36	34	19	28
Fertilizante	19	18	40	20	33	26
Fitosanitarios	27	19	15	8	5	15
Combustible	5	9	7	7	3	6
Otros	27	26	2	31	60	25
Total	100	100	100	100	100	100

TABLA 8: Desglose de los costes de producción en porcentaje según cultivos. Fuente: Elaboración propia, 2008.

(1) En la mano de obra no se ha contemplado el tiempo dedicado por el propietario de las fincas al considerar que no es una salida directa de dinero.

En promedio la mano de obra representa el mayor coste de producción, seguido del fertilizante, la partida de otros, los plaguicidas y por último la gasolina. Si excluimos la partida de otros (dado que en realidad es una suma de muchos factores), mano de obra, fertilizante y plaguicida representan casi el 70% de los costes de producción.

El coste de los fertilizantes y los plaguicidas, dado que en su materia prima o en su elaboración intervienen derivados del petróleo, aumenta con el alza de los precios del petróleo, lo que repercute de forma negativa en los márgenes brutos de los cultivos. Se ha observado como el precio del mismo producto fertilizante o fitosanitario ha ido subiendo a medida que pasaban los meses, de tal forma que sin tener en cuenta el coste de almacenamiento, el mismo producto comprado a finales del año 2007 y usado en el ciclo de verano de 2008 era mucho más barato que el comprado en enero o febrero de 2008.

La reducción de los costes de fertilización podría estudiarse a partir del empleo de estiércol, abundante en la zona por su tradición ganadera y actualmente considerado un residuo. Dado que el nitrógeno es el elemento que más se emplea en la fertilización, el empleo de estiércol permitiría reducir los costes de producción, a la vez que representaría una disminución de la dependencia del petróleo. Es importante tener claro que el empleo de estiércol difícilmente podría llevar al abandono de la fertilización química necesaria si se quieren obtener rendimientos elevados.

Tomando los datos de CENAGRO (2001) en La Concordia existen 7.036 cabezas de ganado bovino repartidas en 552 explotaciones y 401 cabezas de ganado porcino en 229 explotaciones. La cantidad y composición del estiércol es muy variable, según especie y variedad y según alimentación, pero se puede asumir que la cabaña bovina produce 6,00 kg MS/cabeza y día y la porcina 0,45 kg MS/cabeza y día (SAGARPA¹⁶, 2006).

Con los datos anteriores y asumiendo un porcentaje de nitrógeno de 1,3% en vacas y 1,7% en cerdos (Tabla 9), la cantidad de nitrógeno producida en un año es de 28 y 3 kg N /cabeza y año, respectivamente. Si lo multiplicamos por la cabaña ganadera de cada especie en La Concordia resulta en 200.000 de kg N/ año aproximadamente.

ESPECIE	CANTIDAD ¹	COMPOSICIÓN ²				
		NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO	RELACIÓN C/N	HUMEDAD
	kg MS/cabeza y día	%	%	%	%	%
Bovina	6,00	1,3	0,9	0,8	18	79
Ovina	0,70	2,5	1,5	1,5	14	69
Caprina	0,70	1,3	1,4	3,6	–	–
Porcina	0,45	1,7	1,7	1,0	–	–
Aviar	0,02	4,5	3,2	1,3	14	37

TABLA 9: Cantidad y composición del estiércol producido según especies. Fuente: ¹SAGARPA, 2006; ²Williams, 2004.

Naturalmente el 100% del estiércol producido no es utilizable por razones muy diversas. Principalmente se debería estudiar el tipo de ganadería existente (si es intensiva o extensiva) ya que en el caso de ser extensiva la recolección no es viable, y el caso de ser intensiva el transporte puede resultar un problema.

(16) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.



Otra cuestión a tener en cuenta es que actualmente en ganado extensivo el estiércol sirve para la producción de pastos, de tal manera que si ese estiércol se extrae de los pastos y potreros y se lleva a los campos de cultivo cada vez la producción de pasto decaerá debido a que no tiene aporte de nutrientes y eso, a su vez, implicará una menor producción de estiércol.

No obstante, en los impedimentos para el uso del estiércol como fertilizante agrícola hay que tener presente que en ganadería estabulada en que gran parte del estiércol se origina del pienso consumido este aprovechamiento puede resultar interesante.

Como recomendación básica, Williams (2004) establece entre 10 y 40 toneladas de estiércol por hectárea y año. Aun siendo correcto este dato, parece más prudente la recomendación de Urbano (1988) en función del suelo y la finalidad perseguida (Tabla 10).

CLASE DE SUELOS	DOSIS DE CONSERVACIÓN	DOSIS DE CONSERVACIÓN + CORRECCIÓN
Arenosos	15 a 20 t/ha (cada 2 años)	20 a 25 t/ha (cada 2 años)
Franco	25 a 30 t/ha (cada 3 años)	30 a 35 t/ha (cada 3 años)
Arcillosos	30 a 40 t/ha (cada 3 años)	40 a 50 t/ha (cada 3 años)

TABLA 10: Cantidades de estiércol y frecuencia de aporte en condiciones medias. Fuente: Urbano (1988).

Los costes de mano de obra se reparten de forma desigual durante todo el ciclo de cultivo, siendo la siembra y la cosecha los dos momentos de pico de trabajo donde más jornaleros se contratan. Se podría pensar en reducir los costes de producción por mano de obra con la utilización de tractores y aperos, especialmente para trasplantar y cosechar.

Los costes inherentes al tractor y los aperos (adquisición, aceite y grasa, gasolina, mantenimiento, reparación) deben compararse con el coste de oportunidad que significa el uso de mano de obra y el alquiler de tracción animal, incluido en el apartado “otros”. Aun cuando los costes de maquinaria fueran menores que los de la mano de obra habría que tener en cuenta que para mantener en funcionamiento el parque de maquinaria se requiere un suministro constante de tractores, accesos a las fincas y servicios de mantenimiento y reparación.

Igualmente, el empleo de maquinaria en la zona genera una mayor dependencia por parte del sistema de producción respecto al petróleo (aparte de los fertilizantes y plaguicidas y la gasolina para bombas). En la coyuntura actual de precios al alza, esto significa incrementar los costes para el agricultor sin que éste pueda repercutirlos en los precios de venta, siendo los intermediarios quienes se benefician de la diferencia de precios.

Igualmente interesante es el hecho observado que los productores de patata tienen un coste elevado en la partida “Otros” debido a que algunos emplean semilla certificada, mucho más cara que la criolla pero a la vez con mayor garantía de limpieza y sanidad.

El efecto positivo del empleo de semilla certificada, mucho más cara, es que hay menos presencia de plagas y enfermedades porque el material vegetal está limpio, cosa que no ocurre cuando la siembra se realiza con material vegetal procedente de la propia explotación. Sin embargo, el efecto negativo es que si el incremento en el precio de la semilla es demasiado grande, puede resultar en una actividad poco rentable si no se comercializa el producto a un precio más elevado.

En el cultivo de tomate que es especialmente sensible a las enfermedades, debería ser una práctica habitual el uso de cloro para desinfectarse las manos antes de entrar en la parcela y el uso de yodo para desinfectar las cabuyas que se emplean para sostener las matas. El incremento de costes que pueden suponer estas prácticas es insignificante comparado con las pérdidas que se producen con algunas enfermedades (virus del mosaico del tabaco).

5.2. INDICADORES AGROECOLÓGICOS

Los indicadores agroecológicos muestran valores por encima del mínimo aceptable como sostenible, especialmente en el uso del agua, debido en parte a la implantación de sistemas de riego por goteo. Hay que destacar que los rendimientos son bajos, referenciados a los rendimientos medios en Nicaragua que no pueden ser explicados por las condiciones agroclimáticas y edáficas debido a la existencia de riego y temperaturas adecuadas (Tabla 11).

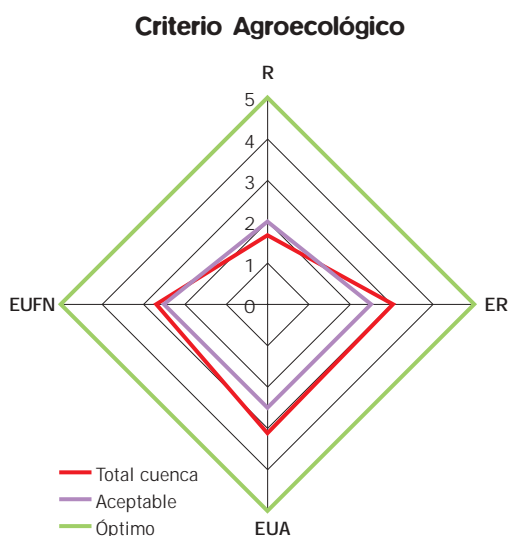
CUENCA	RENDIMIENTO	USO DEL AGUA		USO DEL NITRÓGENO	INDICADOR AGROECOLÓGICO
	R	ER	EUA	EUFN	
Cuenca alta	1,24	2,99	3,30	2,80	2,39
Cuenca baja	1,84	3,07	3,09	2,60	2,51
Total cuenca	1,58	3,03	3,18	2,69	2,46
Aceptable	2,00	2,50	2,50	2,50	2,33
Óptimo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

R: rendimientos; ER: eficiencia de riego; EUA: eficiencia en el uso del agua; EUFN: eficiencia en el uso del fertilizante nitrogenado.

TABLA 11: Valores de sostenibilidad agroecológica para la cuenca alta, baja y total así como el mínimo aceptable y el óptimo. Fuente: Elaboración propia, 2008.



Los indicadores agroecológicos en la cuenca baja presentan valores ligeramente superiores que los de la cuenca alta (2,51 frente a 2,39 respectivamente) pero ambos por encima del 2,33 que marca el umbral de lo sostenible. Este hecho demuestra que pese a tener buenas eficiencias en el uso del agua y el fertilizante nitrogenado, los rendimientos no son suficientes (Figura 53).



R: Rendimiento; ER: Eficiencia de Riego; EUA: Eficiencia en el Uso del Agua; EUFN: Eficiencia en el Uso del Fertilizante Nitrogenado.

FIGURA 53: Diagrama de sostenibilidad agroecológica en el total de la cuenca. Fuente: Elaboración propia, 2008.

Un factor que influye en los bajos rendimientos obtenidos en la cuenca alta frente a los de la cuenca baja es la pendiente tan severa que se observa en algunas explotaciones, lo que reduce la profundidad efectiva del suelo y afecta a la capacidad de retención de agua. Este factor puede ser corregido mediante aterrazamientos, que además tienen un efecto positivo contra la erosión edáfica.

Por lo que respecta al uso del agua, para evitar un posible conflicto entre el agua de riego y el agua de consumo humano durante los meses más cálidos del año, se ha publicado una ordenanza municipal en La Concordia para regular su uso. De acuerdo con la Ordenanza promulgada por el Consejo Municipal de La Concordia a finales del 2006, en verano se prohíbe a los agricultores el uso de riego a partir del 30 de enero de cada año y sólo se exceptúan aquellos pro-

ductores con cultivos permanentes (caña de azúcar, cítricos, frutales) y aquéllos que tengan riego por goteo.

En este aspecto hay que destacar el proyecto de riego por goteo llevado a cabo por ISF en la zona para sustituir la producción con riego por gravedad por una producción más eficiente. Sin embargo, este proyecto presenta un impacto bajo debido a la gran cantidad de problemas surgidos, de tal manera que son muchos los agricultores que mantienen parte o toda su producción por inundación. Estos sistemas tienen peores eficiencias en la parte alta de la cuenca que en la parte baja, debido a la orografía del terreno, que presenta mayores pendientes y por lo tanto mayores pérdidas por escorrentía (Tabla 12).

CUENCA	INUNDACIÓN	ASPERSIÓN	GOTEO
Cuenca alta	49,38	70,46	71,75
Cuenca baja	57,59	-	88,33
Total cuenca	52,45	70,46	74,52
Valores orientativos ¹	55 - 70	70 - 80	90 - 95

TABLA 12: Eficiencias de riego (%) según sistema y localización en la cuenca.

Fuente: Elaboración propia, 2008. (1) Doorenbos y Pruitt, 1977.

Las eficiencias obtenidas para cualquier sistema de riego en cualquiera de las zonas de la cuenca son relativamente bajas si las comparamos con los promedios orientativos dados por Doorenbos y Pruitt (1977). Este dato es importante porque como ya se ha visto cada vez hay más competencia por el agua para uso urbano y riego.

En lo referente al sistema de riego por inundación hay que indicar que algunos regantes obtienen buenas eficiencias con este sistema (por encima del 70%) lo que indica que bien manejado puede ser igualmente aceptable. La principal desventaja de este sistema es que la experiencia del agricultor es un factor clave para poder llegar a un buen nivel de eficiencia, mientras que con riego por aspersión o inundación el tiempo que se necesita es mucho menor.

Respecto al riego por goteo, la principal ventaja de este sistema, a parte del ahorro de agua, es el ahorro de tiempo. Si tenemos en cuenta que los agricultores no pagan ningún canon por el agua que usan y la captan directamente de pozos y del río, no es en este aspecto en el que los agricul-



tores sienten un beneficio directo. Sin embargo, el hecho de no tener que dedicarle tantas horas al riego sí es percibido como una ventaja.

La eficiencia en el uso de los fertilizantes guarda relación con la práctica cultural de su aplicación. De este modo, no tiene el mismo efecto aplicar 10 quintales de urea de una sola vez, que distribuir su aplicación en dos momentos diferentes. Además de tener un impacto sobre la producción, el hecho de aplicar una cantidad de fertilizante excesiva implica problemas de contaminación de aguas, ya que los suelos no retienen toda la cantidad de abono aplicado y éste se infiltra con el agua hasta llegar a los acuíferos o al río.

Respecto al uso del fertilizante nitrogenado, los sistemas de cultivo presentan una eficiencia por encima del umbral marcado como aceptable (2,80 en la cuenca alta y 2,60 en la cuenca baja frente al 2,5 que es el valor umbral). Este dato tiene una otra vertiente positiva, en tanto que con valores altos de eficiencia está implícito que la mayor parte del nitrógeno que se aplica es utilizado por las plantas, reduciendo así la fracción lavada y el riesgo de contaminación.

Parece contradictorio que presenten unas eficiencias correctas y sin embargo no lleven aparejadas unos rendimientos aceptables. Según los resultados observados anteriormente en la zona y recogidos en el proyecto *Metodología para Diseño de Programas de Reactivación productiva en zonas vulnerables*, las causas de los bajos rendimientos están en la falta de acceso a semillas certificadas, a la asistencia técnica y los recursos financieros necesarios para implementar mejoras en las fincas (ISF-ApD, 2005).

Según se puede comprobar, el uso intensivo de insumos ya está presente en la zona, tanto en fertilizantes como en plaguicidas, sin embargo, los rendimientos observados, no son satisfactorios (los rendimientos en la zona para tomate, cebolla, chiltoma, repollo y papa son respectivamente -31%, -12%, +2%, +3% y -27% respecto a las producciones medias en Nicaragua). Obviamente, no existe una única causa que explique este fenómeno, pero es importante observar todos los parámetros que pueden influir negativamente en la producción y que sí pueden ser corregidos.

Es importante recalcar que las hortalizas son cultivos muy sensibles a plagas y enfermedades, muchas de ellas ya establecidas en la zona y que por eso es importante desinfectar los suelos de las parcelas antes de iniciar la siembra. Una alternativa interesante es desinfectar con cal (Pallais, 2004). La cal actúa como desinfectante para organismos acidófilos ya que neutraliza el pH del suelo.

Según Pallais (2004) esta práctica cultural de desinfectar el terreno con cal permite eliminar buena parte de la carga microbiana existente en el suelo de una forma relativamente barata puesto que se considera la cal como un recurso local y abundante en Nicaragua. La dosis requerida por manzana es aproximadamente de 0,5 t/año (que equivale a una dosis por hectárea de 0,33 t/año). En los semilleros la proporción de cal aumenta llegando a 0,5 kg/m² de suelo (que equivale a una dosis por hectárea de 5 t/año).

La otra ventaja de la cal, además de la desinfección es la neutralización del pH del suelo, ya que si nos fijamos en los suelos de la zona, todos se centran en un rango de acidez moderada o débil (pH entre 5,2 y 6,6) lo que no permite una correcta asimilación de los principales nutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio; así como de algunos microelementos: azufre, calcio y magnesio (Figura 54).

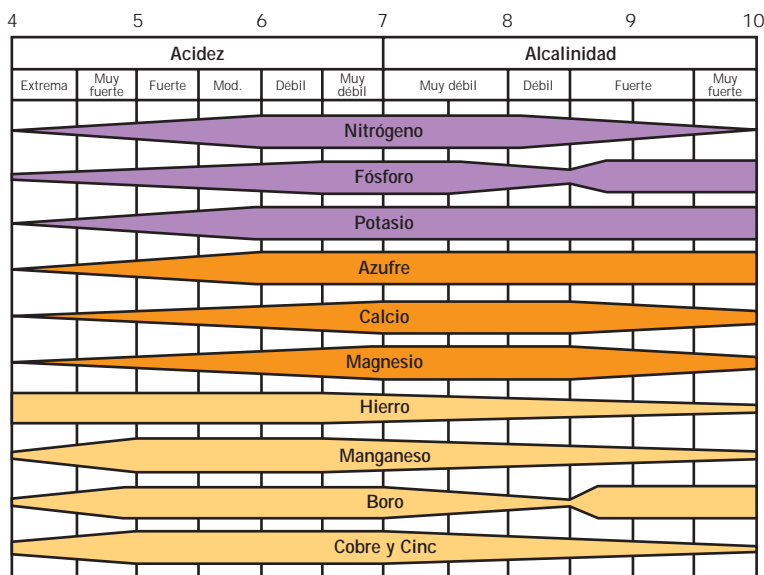
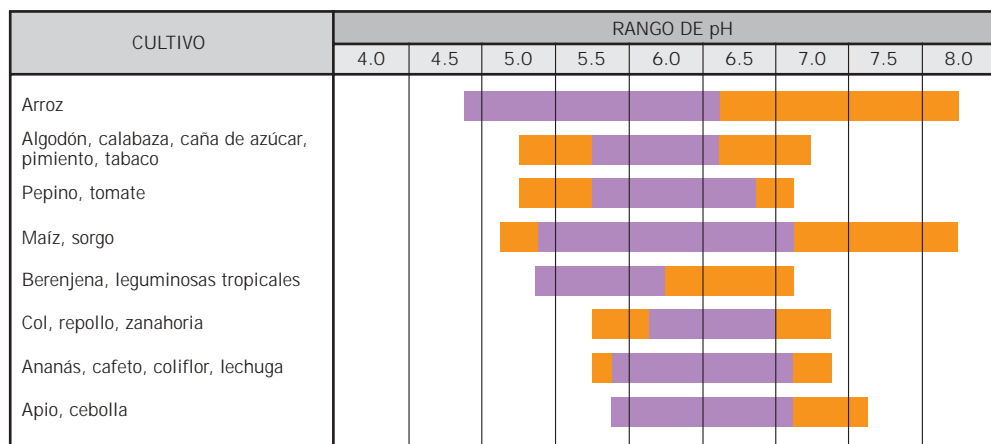


FIGURA 54: Asimilabilidad de los nutrientes a diferentes pH del suelo. Fuente: Truog, 1951.

Si observamos los valores de pH óptimos y tolerables de los diferentes cultivos de la zona vemos que el hecho de acercar los valores a la neutralidad puede favorecer la asimilación de nutrientes e incrementar así la producción y los rendimientos (Figura 55).



■ Rango tolerable ■ Rango óptimo

FIGURA 55: Rangos de pH (tolerable y óptimo) para diferentes cultivos. Fuente: Ortega y Corvalán, 2004.

La densidad de siembra es un factor clave que determina la producción. Así, con densidades de siembra bajas se producen menos frutos pero con calibres o pesos mayores, mientras que con altas densidades se producen más frutos pero con pesos menores. Es importante encontrar un equilibrio entre cantidad de fruto y peso del fruto para poder tener una producción máxima.

Entre los cultivos estudiados sólo la patata ha presentado uniformidad en la densidad de siembra (26 qq/mz), que concuerda aproximadamente con las recomendaciones que hace Rel-UITA (2002)¹⁷ de 29 qq/mz. Para el resto de cultivos se ofrece una recomendación (Tabla 13) de tal manera que se pueda utilizar de punto de partida para hallar el punto de equilibrio que permita una producción máxima.

(17) Regional Latinoamericana de la Unión Internacional de Trabajadores de la Alimentación, Agrícolas, Hoteles, Restaurantes, Tabaco y Afines.

ESPECIE	SIEMBRA EN VIVERO		SIEMBRA EN CAMPO		DISTANCIA SURCOS	DISTANCIA PLANTAS	PROFUNDIDAD SIEMBRA
	g/ha	lb/mz	kg/ha	lb/mz	cm	cm	cm
Apio (<i>Apium graveolens</i>)	280	0,43	1,1	1,7	92	25	0,3
Berenjena (<i>Solanum melongena</i>)	280	0,43	2,2	3,4	120	60	1,2
Brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>)	280	0,43	1,1	1,7	75	60	0,6-1,3
Zapallito (<i>Cucurbita pepo</i>)	-	-	3,3-5,5	5,1-8,5	92	75	1,9-3,8
Zapallo (<i>Cucurbita maxima</i>)	-	-	4,4	6,8	200	100	2,5
Cebolla (<i>Allium cepa</i>)	-	-	4,4	6,8	75	10	1,3
Chile (<i>Capsicum annuum</i>)	280	0,43	2,2-3,3	3,4-5,1	75	40	0,6-1,3
Col (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>)	280	0,43	1,1	1,7	92	40	0,6-1,3
Coliflor (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>)	280	0,43	1,1	1,7	92	50	0,6-1,3
Acelga (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>)	-	-	-	-	92	10	1,2-1,9
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	-	-	-	-	92	6	2,5-3,0
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	1.120	1,73	3,3	5,1	92	25	0,6-1,3
Melón (<i>Cucumis melo</i>)	210	0,32	3,3	5,1	120	40	1,9-3,8
Pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	-	-	3,3-4,4	5,1-6,8	120	40	1,9-3,8
Rábano (<i>Raphanus sativus</i>)	-	-	-	-	92	5	2,5
Radichio (<i>Cichorium intybus</i>)	1.120	1,73	3,3	5,1	-	-	0,6-1,3
Sandía (<i>Citrullus vulgaris</i>)	-	-	3,3	5,1	200	80	1,9-5,0
Tomate (<i>Lycopersicon lycopersicum</i>)	140	0,22	1,1	1,7	150-180	30-40	0,6-1,3
Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)	-	-	3,3	5,1	75-92	4-5	1,3

TABLA 13: Densidades de siembra y trasplante y profundidad de siembra para diferentes cultivos. Fuente: FAX México, 2002.



Una de las medidas más eficaces para luchar contra las plagas y enfermedades sin tener que recurrir a métodos químicos son las rotaciones y alternativas de cultivos. La rotación es una sucesión de cultivos que se repite en una misma parcela durante un tiempo determinado, mientras que la alternativa es la variación de cultivos en el espacio.

La idea de estas prácticas es evitar la aparición de plagas y enfermedades mediante la eliminación de los cultivos y malas hierbas donde se hospedan, así como mantener la biodiversidad del medio.

A la hora de realizar rotaciones de cultivos se pueden dar unas recomendaciones prácticas (Figura 56):

- **Rotar cultivos con diferentes tipos de vegetación**, esto es, cultivos de hoja (lechuga, espinaca, coles), cultivos de raíz o tubérculos (papa, zanahoria, yuca), cultivos de bulbo (cebolla, puerro, ajo), frutos (tomate, chiltoma, sandía, melón), cultivos de grano (sorgo, maíz) y cultivos leguminosos (frijol).
- **Intercalar** en el tiempo **cultivos muy exigentes** en cuestión de agua y nutrientes (como las hortalizas) con **otros menos exigentes** como los frijoles (que tienen un efecto beneficioso para el suelo gracias a su capacidad para fijar nitrógeno).
- **Evitar que se sucedan en el tiempo plantas de la misma familia botánica**, por ejemplo, solanáceas (tabaco, la patata, el tomate, la chiltoma), quenopodiáceas (espinaca, remolacha), umbelíferas (apio, zanahoria), aliáceas (cebolla, ajo, puerro). En estos casos es preferible esperar 3 o 4 años.
- **Alternar cultivos** de poca cobertura aérea y por lo tanto **poco competidores** (Labrada, 2004) con las malezas (zanahoria, cebolla) **con cultivos muy competidores** con las malezas (maíz, papa).
- Algunas especies como cebolla y ajo pueden generar sustancias químicas que inhiben el crecimiento de otras especies, incluso de cebollas y ajos sembrados con posterioridad. En estos casos también se debería esperar unos años antes de volver a sembrarlas, para así **eliminar los posibles restos de esas sustancias inhibitorias**.
- Obviamente también se pueden **intercalar barbechos**, de tal forma que la tierra descanse y aprovechar para reponer materia orgánica y eliminar patógenos. En el caso de un barbecho que no se va a cultivar se puede pensar en añadir semillas de leguminosas (mucuna enana, caupí) para incorporar nitrógeno al suelo.

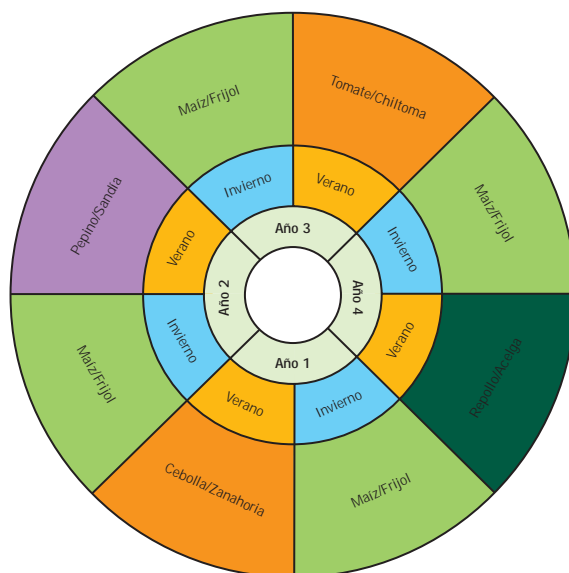


FIGURA 56: Rotación de cultivos en una misma parcela y alternativas. Fuente: Elaboración propia, 2008.

5.3. INDICADORES AMBIENTALES

La sostenibilidad ambiental es la que presenta valores más elevados, especialmente debido a los valores edáficos, que tienen buenos resultados en cuanto a la cantidad de materia orgánica del suelo y la contaminación por nitratos. Los datos de biodiversidad en cambio no son aceptables, si bien responden a la apreciación subjetiva de los agricultores (Tabla 14).

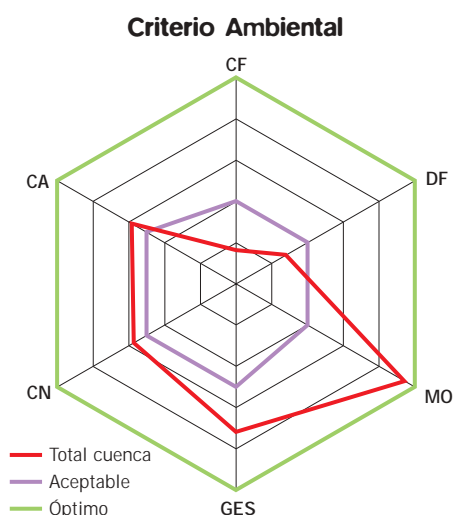
CUENCA	BIODIVERSIDAD		EDAFOLOGÍA			AGROQUÍMICOS	INDICADOR AMBIENTAL
	CF	DF	MO	GES	CN	CA	
Cuenca alta	1,04	1,60	4,75	3,16	2,36	3,06	2,60
Cuenca baja	0,65	1,24	4,69	3,93	3,23	2,80	2,56
Total cuenca	0,82	1,39	4,72	3,59	2,85	2,91	2,58
Aceptable	2,00	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50	2,28
Óptimo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

CF: cobertura forestal; DF: diversidad de fauna; MO: materia orgánica del suelo; GES: grado de erosión del suelo; CN: contaminación por nitratos; CA: cantidad de agroquímicos.

TABLA 14: Valores de sostenibilidad ambiental para la cuenca alta, baja y total así como el mínimo aceptable y el óptimo. Fuente: Elaboración propia, 2008.



Los resultados obtenidos con estos indicadores son similares entre las dos partes de la cuenca pero muy diferentes según el tipo de objetivo que persigan. De esta manera, los indicadores de biodiversidad son inferiores al umbral aceptable (valores entre 0,6 y 1,6) pero los edafológicos (valores entre 2,3 y 4,8) y los agroquímicos (valores entre 2,8 y 3,1) están por encima de dicho umbral.



CF: Cobertura Forestal; DF: Diversidad de Fauna; MO: Materia Orgánica; GES: Grado de Erosión del Suelo; CN: Contaminación por nitratos; CA: Cantidad de Fitosanitarios.

FIGURA 57: Diagrama de sostenibilidad ambiental en el total de la cuenca. Fuente: Elaboración propia, 2008.

La cobertura forestal es muy importante ya que retiene el suelo y evita su pérdida además de mantener más biodiversidad animal. Sin embargo, la pérdida de suelo también se puede evitar con otro tipo de medidas que no impliquen el uso de árboles (por ejemplo, cercas vivas o muertas, diques), al parecer más preferidas por los agricultores (el 65% de los agricultores encuestados realiza prácticas de conservación de suelo). El problema de estos otros métodos de retención del suelo es que no mantienen el mismo nivel de biodiversidad.

En la cuenca alta existen más productores que en la cuenca baja que empleen árboles como cercas o incluso que mantengan algunos árboles en las parcelas (el 20,8% frente al 12,9%). Este dato es coherente con la idea que con mayores pendientes es necesario mantener mejores sistemas de retención de suelos porque mayor es la erosión.

La pérdida de cantidad de suelo que se produce (kilogramos de suelo) se calcula mediante la ecuación de pérdida de suelo propuesta por Wischmeier y Smith (1958):

$$E = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

donde,

E Pérdida de suelo anual estimada (kg).

R Factor de erosividad (capacidad potencial de la lluvia para erosionar).

K Factor de erodabilidad (vulnerabilidad del suelo frente a la erosión).

L Longitud.

S Pendiente.

C Factor de cultivo.

P Manejo del cultivo.

Este indicador sería más exacto, pero dado que es muy laborioso calcular la ecuación de pérdida de suelo y se requiere una información muy precisa se recurre a un sistema de clasificación de la erosión simplificado (GES). El valor que recibe este indicador es inversamente proporcional a los resultados obtenidos, es decir, la cuenca baja tiene menos erosión que la cuenca alta y por eso obtiene un valor mayor. Este dato es totalmente coherente con la orografía de la cuenca.

La cantidad de materia orgánica en los suelos es buena y en la mayor parte de los casos es muy abundante, lo que da una idea de que pese a estar intensificando el uso de insumos en la producción no se está obteniendo producciones muy intensivas con altas extracciones de MO. La importancia de este dato radica en que muestra que el estado actual de los suelos permite incrementar la intensidad de la producción sin agotar el recurso edáfico.

La relación C/N es el parámetro que mejor describe la situación de la materia orgánica en el suelo. Este parámetro informa sobre la facilidad que tienen los microorganismos del suelo para descomponer la MO. La descomposición de la MO es necesaria en tanto que parte del nitrógeno orgánico del suelo (no aprovechable) pasa a mineral (que es el que absorben las plantas).



El umbral inferior a partir del cual el suelo está perdiendo C a costa de convertirlo en CO_2 en el proceso de descomposición de la MO está entre 8 y 9 (Saña et al., 1996). Si la relación C/N es mayor que 15 – 20 los restos orgánicos no se transforman y no pueden ser aprovechados por los cultivos. Una relación C/N en torno a 10 representa una buena descomposición.

La relación C/N es muy similar en toda la cuenca, alrededor de 11,60 que es una relación entre buena y ligeramente alta si tenemos en cuenta que los suelos de la zona son francos y ácidos. Los suelos ácidos, debido a su pH, limitan la acción de descomposición de la MO y suelen presentar valores más elevados de C/N.

En su Propuesta de Normativa de 2006 la Delegación Departamental de Jinotega del MAGFOR intenta controlar la quema de rastrojos, práctica habitual entre los agricultores de la zona, debido a la gran cantidad de incendios que desatan. Esta medida, cuyo objetivo no es agrícola sino ambiental, ayuda a reducir la extracción de MO de los suelos, lo que permitiría mantener mejor las producciones.

El contenido de nitratos retenidos en el suelo es relativamente bajo en la cuenca baja (169 ppm) pero muy alto en la cuenca alta (353 ppm). Esto es debido a que en la cuenca alta se presentan dos valores anormalmente altos (uno de 1.069 y otro de 840 ppm), muy por encima del rango establecido (entre 60 y 360 ppm), lo que indica que estas parcelas pueden estar contaminadas de nitratos. Si excluimos esos dos valores del promedio de nitratos en la cuenca alta, el contenido en suelo baja a 181 ppm, valor muy similar al de la cuenca baja.

Valores bajos de concentración de nitratos en suelo son un buen indicador, ya que se reduce la posibilidad de lavado de nitratos por el agua y contaminación de acuíferos. Los análisis deberían repetirse cíclicamente para observar cómo evoluciona el contenido de nitratos en suelo y, si es posible, realizar un balance de nitrógeno.

Los resultados de los análisis están en consonancia con los observados por INETER (2004) en que sólo aparecía un pozo contaminado por nitratos en el municipio de San Rafael del Norte y Alonso (2007) que no encontró contaminación en ningún punto de agua y el valor máximo que halló fue de 5,1 mg/L en Güis canal. De la misma manera, los datos son coherentes con los valores calculados de EUFN, que presentaba valores altos de eficiencia y que también ayudan a suponer que el riesgo de contaminación por lavado es bajo.

Los agroquímicos estudiados aquí son insecticidas, fungicidas y herbicidas. Existe una amplia gama de todos ellos empleados en los distintos cultivos de la zona, especialmente de insecticidas, y se viene detectando de forma subjetiva que las plagas son cada vez más resistentes. Este dato subjetivo puede estar explicado por la aparición de resistencias debido al uso desproporcionado de plaguicidas.

Los valores de la cantidad de agroquímicos no representan de forma real la problemática de los mismos ya que se ha realizado una media de eficiencia de uso de cada plaguicida para cada cultivo y agricultor. Este cálculo enmascara que prácticamente el 100% de los agricultores en al menos un producto usa más dosis de la recomendada por el fabricante.

Otro factor que reduce la eficacia de los plaguicidas es la mala combinación que muchas veces se hace de principios activos a la hora de aplicar las soluciones. Este análisis debe realizarse en detalle.

5.4. DIAGRAMAS DE SOSTENIBILIDAD

De los resultados observados (Tabla 15) se puede ver que el nivel absoluto de sostenibilidad no alcanza el mínimo aceptable en dos de los tres ejes considerados. Los indicadores de tipo socio-económico muestran cómo los sistemas de cultivo empleados no son adecuados, lo que a lo largo del tiempo llevaría a una descapitalización de los productores y es posible que al abandono de la actividad. Agroecológica y ambientalmente, sin embargo, los sistemas sí se muestran sostenibles, aunque es cierto que los valores que muestran están lejos del óptimo deseable (Figura 58).

CUENCA	CRITERIO SOCIO-ECONÓMICO	CRITERIO AGROECOLÓGICO	CRITERIO AMBIENTAL
Cuenca alta	2,27	2,39	2,60
Cuenca baja	1,99	2,51	2,56
Total cuenca	2,11	2,46	2,59
Aceptable	2,33	2,33	2,28
Óptimo	5,00	5,00	5,00

TABLA 15: Resumen de los resultados de obtenidos según el criterio de sostenibilidad. Fuente: Elaboración propia, 2008.



La mayor diferencia entre los resultados obtenidos en la parte alta de la cuenca y en la parte baja se observa en el criterio socio-económico, con una diferencia de 0,28 unidades, frente a las diferencias en el criterio agroecológico (0,12) o el criterio ambiental (0,04). El análisis detallado de los indicadores explica por qué en aquellos criterios en los que el rendimiento tiene mayor influencia (socio-económico y agroecológico) el resultado es más dispar según la ubicación en la cuenca.

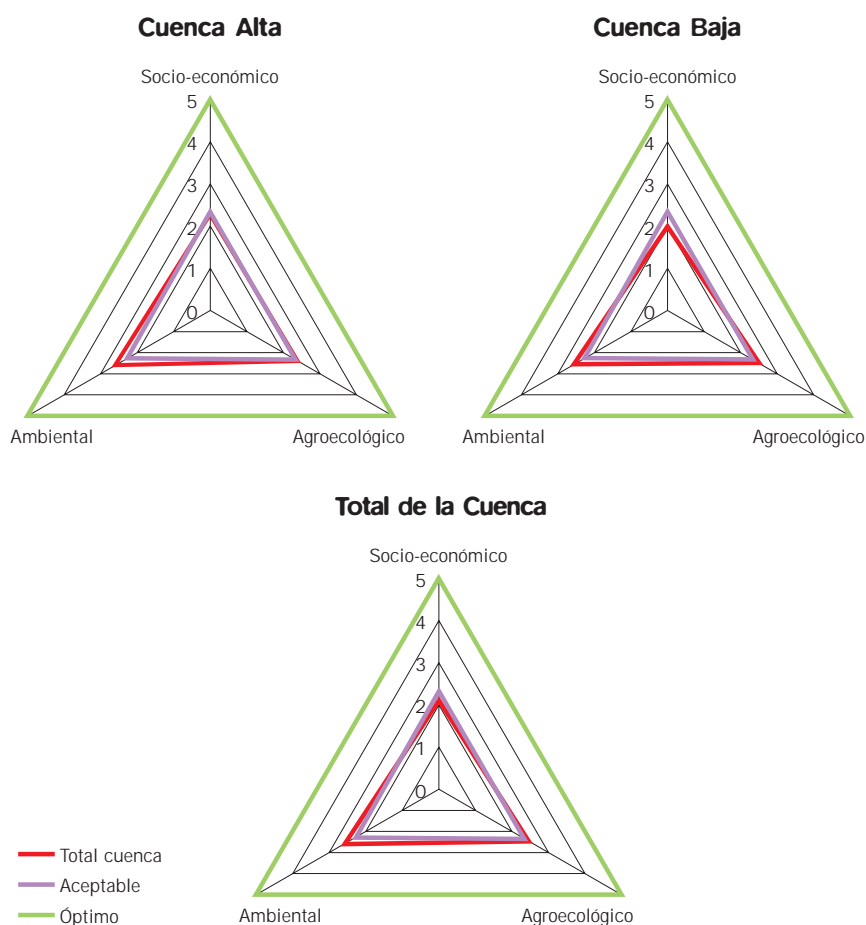


FIGURA 58: Diagramas de sostenibilidad en la cuenca. Fuente: Elaboración propia, 2008.

5.5. ESCENARIOS FUTUROS

Esencialmente, la situación actual no puede entenderse como un punto en equilibrio ya que no se dispone de datos anteriores que muestren la tendencia que viene siguiendo y porque algunas de las situaciones futuras tampoco se pueden detallar con precisión. Por ejemplo:

- El efecto que el **cambio climático** puede representar en la zona.
- El aumento de **resistencias entre las plagas** habituales de la zona.
- La tala excesiva que podría provocar **pérdidas de suelos**.
- La **falta de agua** derivada de incrementos de población.

5.5.1. CAMBIO CLIMÁTICO

Todas las predicciones de cambio climático indican un aumento de las temperaturas medias en Nicaragua, pero según sea el modelo el incremento es mayor o menor. Las predicciones del MARENA (2007) sobre la influencia que el cambio climático va a tener en Nicaragua indican un incremento de la temperatura en torno a 5 °C (Figura 59).

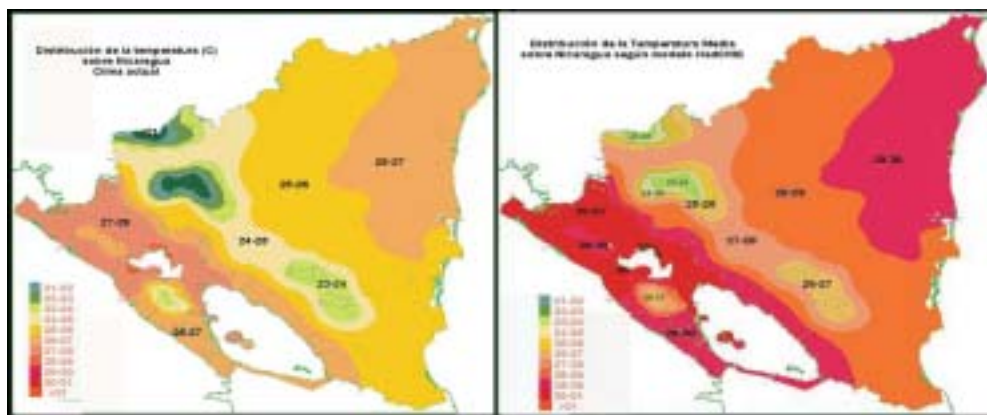


FIGURA 59: Temperatura actual de Nicaragua (izquierda) y previsión a medio y largo plazo según el modelo HadGCM. Fuente: MARENA, 2007.



Según este modelo de cambio climático, la temperatura media en La Concordia se desplazaría del rango actual de 22 a 25°C con una temperatura media de 23°C a un rango de 25 a 28°C aproximadamente con una media de unos 26°C. Este cambio de las condiciones de cultivo desplaza las temperaturas medias fuera de los rangos óptimos en los cinco cultivos estudiados (Tabla 16).

CULTIVO	LÍMITE INFERIOR	RANGO ÓPTIMO		LÍMITE SUPERIOR
Tomate ^{E, \$}	15	21	24	35
Cebolla ^{\$}	-	18	25	-
Chiltoma	15 ^E – 16 ^{\$}	21 ^{\$}	24 ^{E, \$}	32 ^{\$} – 35 ^E
Repollo	0 ^{\$}	15 ^{\$, E€}	20 ^{\$, E}	27 ^{\$} – 28 ^E
Patata [¥]	10	18	20	30

TABLA 16: Rangos de temperatura (°C) para el cultivo de diferentes hortalizas. Fuente: (E) Pallais, 2004; (\$) FAX México, 2002; (E) Arévalo et al., 2004; (¥) FAO, 2008.

En el caso del tomate y la chiltoma, especies muy bien adaptadas a los climas cálidos el efecto no se debería notar mucho, pues existen muchas variedades cuyos rangos óptimos van más allá de los 24°C y no debería ser difícil encontrar variedades nuevas mejor adaptadas al calor. La cebolla pese a ser un cultivo de clima templado-frío está muy bien adaptada a climas cálidos.

El impacto del aumento de temperaturas se nota más en repollo y papa, cultivos de zonas frías y templadas que ya actualmente tienen difícil implantación (en la zona baja de La Concordia, más cálida, actualmente no se cosecha papa). Para estos cultivos habrá que utilizar nuevas variedades más adaptadas al calor y los trópicos o abandonar la producción.

5.5.2. RESISTENCIA DE PLAGAS

Por norma general no existen plaguicidas específicos para el manejo de malezas en cultivos hortícolas ya que generalmente las áreas cultivadas son mucho menores que las de otros cultivos (Arsenovic y Kunkel, 2001) aunque sí para otro tipo de plagas y enfermedades.

El uso de plaguicidas en Nicaragua está regulado mediante la Ley No. 274 y su Reglamento de aplicación aprobados por la Asamblea Nacional en 1997. La Autoridad del Gobierno para la Aplicación de esta Ley es el Ministerio Agropecuario y Forestal. Así mismo, existe una Resolución Mi-

nisterial del año 2000 que regula sobre la higiene y seguridad aplicable en el uso, manipulación y aplicación de los plaguicidas y otras sustancias agroquímicas en los centros de trabajo.

El objetivo de esta ley es establecer las normas básicas para la regulación y control de plaguicidas, sustancias tóxicas, peligrosas y otras similares, determinar la competencia institucional y asegurar la protección a la salud y el ambiente. Ha sido necesario introducir esta ley debido al abuso que los agricultores han realizado de los plaguicidas, lo que ha ocasionado problemas ambientales y de salud en la población nicaragüense.

Agronómicamente el uso de plaguicidas es en principio beneficioso, pues las plagas son una de las principales causas de pérdidas de producción. Sin embargo, el uso repetido e inadecuado de los plaguicidas acaba siendo ineficaz pues entre las plagas pueden aparecer individuos resistentes. Actualmente, debido al mal uso de plaguicidas se tienen documentadas 200 especies de malas hierbas resistentes a ciertos herbicidas (Owen y Zelaya, 2005) y 17 especies de insectos resistentes a Bt y otras tantas con resistencias cruzadas (Tabashnik et al., 2003).

Los costes de los plaguicidas representan aproximadamente un 15% de los costes de producción, pero este porcentaje puede incrementarse si no se hace un uso responsable, pues algunas prácticas culturales pueden ayudar a controlar las plagas sin crear resistencias y de modo mucho más eficiente.

Sin querer entrar en otras consideraciones, el uso de semillas transgénicas resistentes a plagas también puede ser una solución para disminuir el uso de agroquímicos con la consiguiente ventaja ambiental que eso supone. A la hora de tener en cuenta esta posibilidad hay que evaluar muy bien los costes que ello supondría pues obviamente el precio de la semilla es mayor y pueden surgir conflictos con otros agricultores que no usen ese tipo de semillas.

5.5.3. PÉRDIDA DE SUELOS

Se puede definir un suelo de cultivo “equilibrado” como *aquél que recibe periódicamente aportes de materia orgánica –y otras enmiendas minerales compensadoras de posibles carencias o desequilibrios–, que mantiene una actividad edáfica óptima, que presenta una activa mineralización de la materia orgánica y que genera, al mismo tiempo, importantes cantidades de humus, lo que le permite mantener un adecuado dinamismo a su ciclo orgánico* (Labrador, 2002).



Según MARENA (2007) en Nicaragua existen 1,12 millones de hectáreas en proceso de erosión severa del suelo y anualmente se deforestan 70.000 hectáreas (Figura 60), lo que provoca que los ecosistemas naturales pierdan su capacidad de generar servicios ambientales tales como el mantenimiento del suelo, la producción de agua, recarga de acuíferos y captura de carbono.



FIGURA 60: Evolución de la cobertura forestal en Nicaragua desde el año 1983 (izquierda) al año 2000 (derecha).

Fuente: MARENA, 2008.

Por pérdida de suelos entendemos dos procesos. El primero se refiere a la pérdida de cantidad de suelo, en kg/ año, que como se vio es una medida de erosión del suelo. El segundo se refiere a la pérdida de capacidad productiva del suelo o fertilidad, sin unidades, ya que es un proceso mucho más complejo.

En la fertilidad de un suelo se pueden distinguir tres grandes tipos (Saña et al., 1996):

- Fertilidad física: hace referencia a todos aquellos aspectos que contemplan el suelo como el medio en el que se sustentan las raíces y en el que tiene lugar la dinámica de fluidos (agua y gases), por ejemplo, estructura, porosidad, permeabilidad.
- Fertilidad química: hace referencia a todos aquellos aspectos edáficos que contemplan el suelo como el reservorio de nutrientes para las plantas. Define el estado físico-químico del medio con aspectos tales como pH, Capacidad de Intercambio Catiónico, contenido en macro y micronutrientes.
- Fertilidad biológica: hace referencia a todos aquellos aspectos que caracterizan la magnitud (cantidad de MO) y estado de la reserva orgánica (relación C/N), así como la abundancia y la

actividad de la biomasa edáfica (microorganismos y microfauna del suelo, diversas actividades enzimáticas).

Es difícil intervenir sobre la fertilidad física de los suelos debido al gran volumen de materia que se debería utilizar y por ello dejaremos este apartado como invariable. Sin embargo, en la fertilidad química y en la biológica sí se puede intervenir.

La fertilidad química se utiliza como sinónimo de fertilidad en general y más concretamente la fertilidad como contenido en macro y micronutrientes. Este parámetro del suelo sí puede ser corregido, mediante dos tipos de acciones: enmiendas y fertilizaciones. Las enmiendas tienen como objetivo corregir alguna característica del suelo (es el caso de la cal utilizada como correctora del pH) mientras que la fertilización busca proporcionar al cultivo los nutrientes necesarios para la producción.

La consecuencia directa de la pérdida de suelo es la disminución de la producción agrícola y la productividad a largo plazo (Maino, 1996) debido a la pérdida de profundidad del suelo, la compactación y pérdidas de nutrientes (McConnell, 1983). Los costos económicos derivados de la pérdida de suelo adquieren importancia en el largo plazo, mientras que las prácticas agrarias que más deterioran suelen presentar resultados económico-productivos inmediatos (Ervin y Ervin, 1982).

Según FAO (1988) y Franco (2006) el análisis financiero de la erosión a nivel de agricultor debe incluir dos tipos de costes, el primero la menor fertilidad del suelo y las consiguientes pérdidas de productividad agrícola y por otro lado el incremento de los costes en los que se incurre para mantener el nivel de producción. Yendo a un análisis más económico que financiero, FAO (1988) advierte de los costes que ocasiona la sedimentación de los ríos y la pérdida de capacidad de retención de agua.

En una mentalidad cortoplacista, inducida por la escasez de reservas económicas y la poca o nula capacidad de maniobra ante crisis, no se consideran los efectos a largo plazo que la erosión tiene sobre la productividad (Pagiola, 1993). El hecho de aumentar la productividad a costa de deteriorar el recurso suelo muchas veces queda encubierto por el efecto de la implantación de nuevas tecnologías (Figura 61) mucho más productivas (Veloz et al., 1985; Prada, 2005).

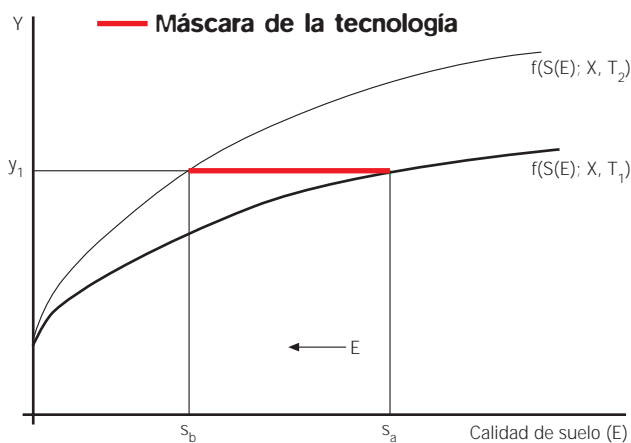


FIGURA 61: Comparación de Rendimientos (Y) con dos niveles de Tecnología (T1 y T2) en función de la Calidad de suelo (S_a y S_b) que es función de la Erosión (E). Fuente: Prada, 2005.

En un estudio comparativo en un suelo oxisol tropical observó cómo influían tres tipos de tecnologías (diferentes niveles de fertilización) en función de la pérdida de suelo (cm) sobre el rendimiento del maíz (Tabla 17).

FERTILIZACIÓN	N	P	K	Mg	Zn	Mo	Cal
	kg/ha						t/ha
F_{000}	0	0	0	0	0	0	0
F_{110}	110	50	0	20	5	1	0
F_{220}	220	450	250	100	10	2	3,5

TABLA 17: Tipos de fertilización aplicados al maíz en Hawaii (trópico húmedo). Fuente: Yost et al., 1985.

Se observa como para cada nivel de tecnología la pérdida de suelo influye directamente sobre los rendimientos. Así mismo se observa como para mantener la producción el aporte de insumos puede acabar volviendo la producción no rentable (Figura 62).

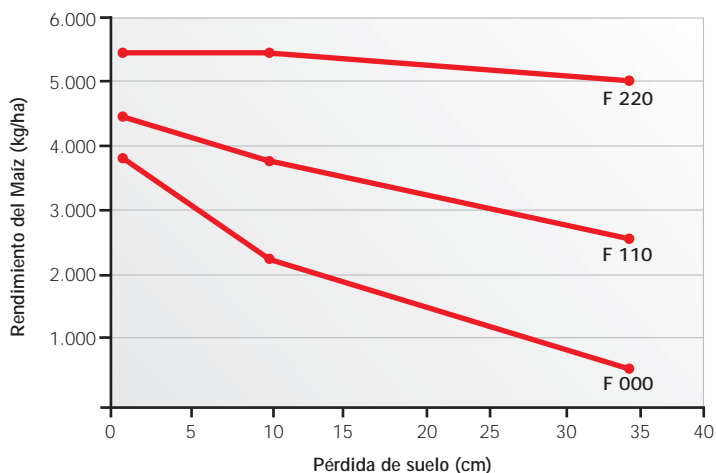


FIGURA 62: Rendimiento del maíz (kg/ha) en función de la pérdida de suelo (cm) y el nivel de fertilización aplicado (F 000, F 1, F2) en Hawái (trópico húmedo). Fuente: Yost et al., 1985.

Obviamente, el hecho de que la erosión sea un fenómeno natural (hídrico y eólico) hace pensar que existen unos niveles de erosión mínima aceptables sin que se observen reducciones en la productividad. Este puede ser un buen indicador para medir el grado de erosión del suelo si se consiguen obtener datos precisos de producción y erosión (Tabla 18).

TIPO DE SUELO	NIVEL DE EROSIÓN PERMISIBLE
Tierras agrícolas en producción ¹	11,0
Suelos delgados; especies con raíces superficiales ¹	2,0
Ultisoles, Oxisoles, Lothosoles y Regosoles ²	4,2 a 15,0

TABLA 18: Nivel de erosión permisible (t/ha/año) según el tipo de suelo. Fuente: (1) Bennett, 1939; (2) Lombardi y Bertoni, 1975.

5.5.4. ESCASEZ DE AGUA

El conflicto entre la demanda de agua potable para consumo humano y la demanda de agua para la producción agrícola origina tensiones a nivel nacional (MARENA, 2007), pero también en La Concordia, aunque por cuestiones diferentes.

Hay que tener en cuenta que a nivel de Nicaragua y a nivel de Jinotega, se ha producido entre 1995 y 2005 un incremento de población de 780.000 y 87.000 personas respectivamente, mien-



tras que en La Concordia se ha producido una disminución de 563 personas en el mismo período (INEC, 2006). La creciente población del país y del departamento están en el origen del conflicto por el agua en esas regiones, mientras que una mayor proporción de hogares con acceso al agua es la que origina el aumento de consumo humano (entre 1995 y 2005, la proporción de hogares con acceso al agua potable ha pasado del 22 al 61% según datos de INEC, 2006).

Las actuaciones respecto al uso del agua no son fáciles puesto que éste es un recurso público y necesario y la Administración debe decidir y llevar a cabo las políticas precisas para garantizar el abastecimiento de este bien de primera necesidad pero también de este recurso productivo (Ley N° 620 – 2007; Decreto N° 106 – 2007; Ley N° 440 – 2003; Decreto N° 107 – 2001; NOTN 05 007 98 – 2000).

Todas estas leyes, reglamentos, decretos y normas tienen un mismo enfoque en tanto que pretenden garantizar la disponibilidad de agua para consumo humano y preservar las reservas nacionales de agua y garantizar un uso coherente.

Dos medidas se plantean para solucionar el problema en el municipio de La Concordia: establecer un precio del agua, para evitar el incremento del consumo ineficiente de agua en la agricultura; y construir embalses de regulación, para evitar que en el futuro no se pueda producir en verano por falta de agua.

Por un lado, la política de establecer precios para el agua es una medida complicada y que sólo se puede llevar a cabo desde la Administración (el coste de esta medida es elevado debido a toda la infraestructura y organización que debería existir: contadores en pozos y captaciones del río, sistemas de control y vigilancia periódicos). Medidas de este tipo ya han sido tomadas (Decreto N° 20 – 2008; Decreto N° 10 – 2008), pero sin resultados apreciables debido a los problemas antes mencionados.

Por otro lado, la creación de embalses de regulación anual para uso de riego también requiere de inversiones fuertes en infraestructuras difícilmente asumibles por un agricultor en particular pero más asequibles para una asociación de agricultores. Esta solución también debe contar con el visto bueno de la Administración especialmente en las zonas montañosas del municipio donde existen áreas protegidas (Ley N° 217 – 1996; Decreto N° 9 – 96; Decreto N° 01 – 2007; Decreto N° 26 – 2007).

5.6. ANÁLISIS CLUSTER

El análisis cluster se va a realizar sobre las variables propuestas para la metodología de evaluación de la sostenibilidad en el caso de La Concordia de tal manera que veamos cómo se puede agilizar la metodología eliminando variables redundantes o simplificándolas.

• Diseño del análisis

Dado que uno de los pasos en la evaluación de la sostenibilidad es la estandarización de la información obtenida refiriéndola a una escala común de 0 a 5 con variables de tipo continuo, tomaremos esos resultados como entrada para nuestro análisis cluster de variables.

El análisis lo realizaremos para cada uno de los criterios de evaluación dado que existen bastantes datos en blanco que no permiten realizar un análisis conjunto de todas las variables. De todas formas, el análisis conjunto creemos que no es tan interesante puesto que ya se han seleccionado variables diferentes en cada criterio, lo que dificulta que se repita la información entre criterios de sostenibilidad.

Para el análisis utilizaremos una técnica jerárquica aglomerativa cuya medida de asociación será el coeficiente de correlación. El método que emplearemos para la aglomeración de grupos será el método del enlace con el vecino más próximo.

• Resultados del análisis

Según criterios, los resultados se presentan en las tablas y los dendogramas que salen del SPSS®. El análisis en cada caso es diferente y es específico para el problema que se nos plantea.

Criterio Socio-Económico

El criterio socio-económico presenta un dendograma donde se puede contemplar cómo se establece un único grupo entre las variables Ingresos y Eficiencia en el Uso de la Mano de Obra y en una segunda etapa, a mucha distancia, se juntan las demás variables (Figura 63).

(18) Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense.

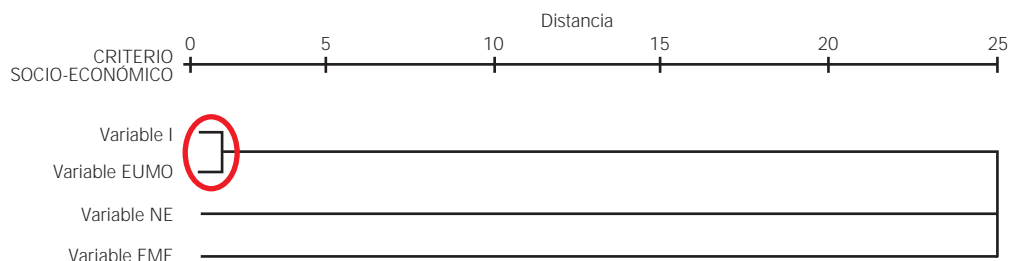


FIGURA 63: Dendograma del análisis cluster del criterio socio-económico. Fuente: Elaboración propia, 2008.

A la vista de los resultados se plantea que entre las variables del criterio socio-económico hay tres grupos diferenciados: las variables de tipo económico (I-EUMO), NE y EME por separado. Se comprueba en la tabla de resultados los saltos de valores en los coeficientes (Tabla 19).

ITERACIÓN	Nº CLUSTERS	CLUSTER COMBINADO		COEFICIENTES	APARICIÓN DE CLUSTER COMBINADO		PRÓXIMA ITERACIÓN
		CLUSTER 1	CLUSTER 2		CLUSTER 1	CLUSTER 2	
0	4	-	-	-	-	-	-
1	3	1	4	,249	0	0	3
2	2	2	3	,000	0	0	3
3	1	1	2	,000	1	2	0

TABLA 19: Tabla de resultados del análisis cluster del criterio socio-económico. Fuente: Elaboración propia, 2008.

La correlación entre I y EUMO es de 0,23, lo que refleja que no es muy elevada, lo que hace suponer que pese a existir una relación marcada, la variable EUMO no es la que más determina el valor de I.

A la luz de los resultados observados no se puede concluir de forma suficiente que existan dos grupos, así que en este caso, se decide analizarlo como si existieran tres grupos, uno de los cuales es combinación de dos variables (I-EUMO).

A *priori* la relación entre Ingresos y Eficiencia en el Uso de la Mano de Obra parece clara y queda explicada en tanto que los costes de producción son altos y tal como se presentó en la Tabla 8, en la que se desglosan los costes de producción en mano de obra, fertilizantes, fitosanitarios, combustible y otros el grupo que más peso tiene es la mano de obra, lo que explicaría la distancia tan pequeña.

Este hecho no implica que en la metodología se debiera excluir ninguna de las dos variables de la metodología ya que no parece evidente que en otras condiciones de cultivo (con uso de tractores generalizado, riegos automatizados) los costes influyeran en la misma proporción.

Criterio Agroecológico

El criterio agroecológico presenta un dendograma donde se puede contemplar claramente cómo se dividen en dos grupos las cuatro variables de tal forma que quedan ordenadas por ER-EUA y R-EUFN (Figura 64).

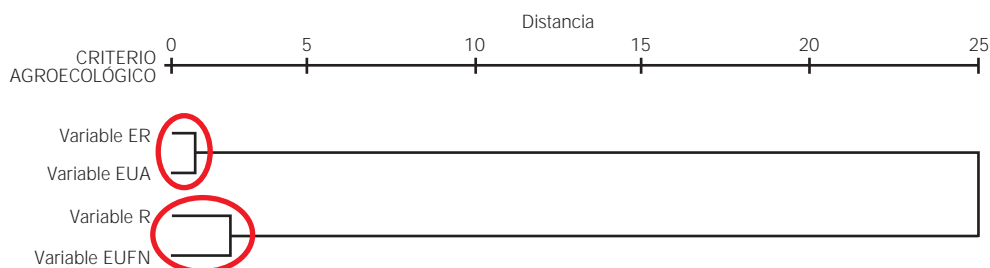


FIGURA 64: Dendograma del análisis cluster del criterio agroecológico. Fuente: Elaboración propia, 2008.

Aunque del dendograma ya se puede concluir que existen dos grupos muy marcados: ER-EUA, con un coeficiente de correlación de 0,57 y R-EUFN, con un coeficiente de correlación de 0,58. Si observamos la tabla de resultados del programa vemos claramente reflejada esa disposición en los coeficientes (Tabla 20) con una diferencia muy marcada entre la iteración dos y la tres.

ITERACIÓN	Nº CLUSTERS	CLUSTER COMBINADO		COEFICIENTES	APARICIÓN DE CLUSTER COMBINADO		PRÓXIMA ITERACIÓN
		CLUSTER 1	CLUSTER 2		CLUSTER 1	CLUSTER 2	
0	4	-	-	-	-	-	-
1	3	2	3	,606	0	0	3
2	2	1	4	,520	0	0	3
3	1	1	2	,528	2	1	0

TABLA 20: Tabla de resultados del análisis cluster del criterio agroecológico. Fuente: Elaboración propia, 2008.



Parece bien clara la unión de ER y EUA, expresando de forma diferente el mismo concepto de rendimiento del agua. En este caso, sí se podría sugerir la eliminación de una de las dos variables, preferiblemente EUA. La eliminación de esta variable respondería a que la información aportada no tiene un carácter tan inmediato como ER y es de más difícil comparación. Así mismo, esta exclusión no supondría menos trabajo en campo si no que eliminaría cálculos posteriores.

La otra unión, R-EUFN, aunque da información distinta, en realidad viene a expresar una evidencia agronómica, y es que hasta cierto límite, el incremento en el uso de fertilizante nitrogenado aumenta los rendimientos.

Criterio Ambiental

Dado que en el criterio ambiental influyen más variables, el dendograma que se presenta es más complejo y da lugar a más interpretaciones respecto al número de grupos que se pueden establecer: dos, tres, cuatro o cinco (Figura 65).

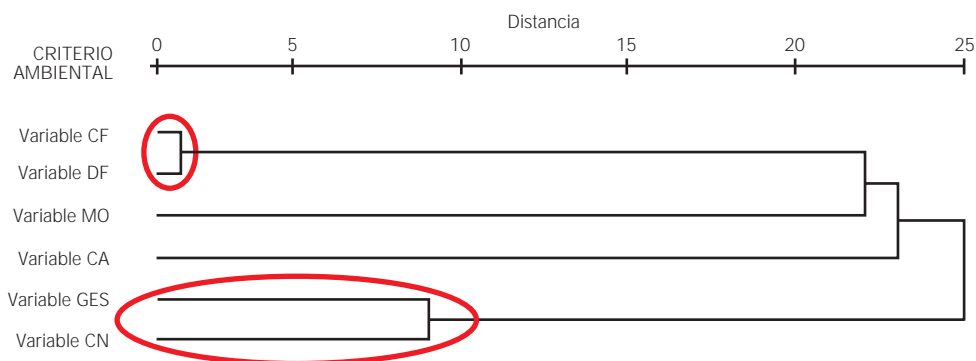


FIGURA 65: Dendrograma del análisis cluster del criterio ambiental. Fuente: Elaboración propia, 2008.

Para despejar las dudas que surgen al observar el dendrograma, utilizamos la tabla de resultados para observar si hay grandes saltos en los coeficientes (Tabla 21) y vemos cómo el mayor salto se produce entre los tres y los cuatro grupos, en la iteración dos de tal manera que se conforman cuatro grupos (Tabla 21), que son: CF-DF (con un coeficiente de correlación de 0,61), MO, CA y GES-CN (con un coeficiente de correlación de 0,25).

ITERACIÓN	Nº CLUSTERS	CLUSTER COMBINADO		COEFICIENTES	APARICIÓN DE CLUSTER COMBINADO		PRÓXIMA ITERACIÓN
		CLUSTER 1	CLUSTER 2		CLUSTER 1	CLUSTER 2	
0	6	-	-	-	-	-	-
1	5	1	2	,847	0	0	3
2	4	1	5	,621	0	0	5
3	3	1	3	,244	1	0	4
4	2	1	6	,230	3	0	5
5	1	1	4	,161	4	2	0

TABLA 21: Tabla de resultados del análisis cluster del criterio ambiental. Fuente: Elaboración propia, 2008.

El primer grupo que se forma corresponde a CF-DF, que podría ser la primera unión evidente ya que en ambos casos se pretende medir la biodiversidad. En este caso la correlación es alta, de 0,61. Este hecho sugiere la idea de intentar agrupar las dos variables en una sola ya que la información que proporcionan es muy similar. La explicación a este fenómeno es que supuestamente cuanto mayor es la cobertura forestal más diversidad de fauna, especialmente aves, reptiles y pequeños depredadores puede sustentar en su interior.

La unión que conforma el otro grupo GES-CN presenta una correlación inferior (0,25) lo que indica que la relación no es fuerte. Sin embargo, la explicación a este hecho es clara, de tal manera que a valores altos en la escala de GES (poca erosión) también hay valores altos de CN (pocos nitratos), lo que sugiere el hecho de cuanto más intensivas son las prácticas más erosión y nitratos en suelo.



6. CONCLUSIONES

Entre los resultados de la evaluación, lo más destacable es la detección de malas prácticas agrícolas, especialmente en el abuso de fitosanitarios, pero también rotaciones de cultivos mal diseñadas o algunos sistemas de riego poco eficientes, que determinan bajos rendimientos y que están en parte del origen de la baja rentabilidad observada. Otros factores que determinan la baja rentabilidad son bajos precios por producto y altos costes de producción.

Ambientalmente se advierten baja cobertura forestal y baja diversidad de fauna, lo cual es a su vez resultado de los bajos rendimientos, que empujan a los agricultores a deforestar y convertir tierras de vocación forestal en tierras de vocación ganadera y agrícola.

Por lo que respecta a la metodología, se observa que algunos indicadores estudiados presentan similitudes entre ellos y se podría pensar en suprimirlos o sustituirlos por otros, sin embargo, dado que la validación se ha hecho exclusivamente para la zona del proyecto, es necesario repetir y volver a aplicar la metodología en otras zonas para poder tomar definitivamente esta decisión.

La metodología se ajusta bien al caso específico de La Concordia y las soluciones pensadas son únicamente para solucionar los problemas que se aprecian en este municipio y los alrededores, con características similares. A la hora de exportar la metodología a otros lugares se deberían estudiar posibles similitudes entre unos sistemas de cultivo y otros.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso R., C. 2007. Estudio de los Recursos Hídricos de la Cuenca Alta del Río Viejo (Jinotega, Nicaragua), en el marco de un proyecto de cooperación al desarrollo. Universidad de Alcalá de Henares. España.

Alonso R., C., Martín-Loeches G., M. y Rebollo F., L.F. 2007. Evaluación preliminar de los Recursos Hídricos de la cuenca alta del río Viejo (Jinotega, Nicaragua). Ingeniería Sin Fronteras – Universidad de Alcalá de Henares, España.

Arévalo L., M. M., Ulloa E., J. A. y González A., S. 2004. Estudio de la rentabilidad económica del repollo (*Brassica oleracea*, var. Capitata) y tomate (*Lycopersicon sculentum*, Mill) para los agricultores de la zona alta de San Ignacio y La Palma, Chalatenango. Universidad de El Salvador. Publicado en Internet – http://www.agroelsalvador.com/temp_upload/9_arch_Art.cientificomer.doc [08 de agosto, 2008].

Arsenovic, M. y Kunkel, D.L. 2001. The IR-4 Project. A US National Agricultural Program for Pest Management Solutions, EWRS Working Group, Meeting on Weed Management Systems in Vegetables, Zaragoza, España.

Barzev, R. 1999. Agricultura de Laderas, Areas Protegidas y Agroturismo: Una alternativa para aumentar los ingresos de los productores en una zona con belleza escénica. Managua, Nicaragua.

Bennett, H.H. 1939. Soil conservation. McGraw – Hill. New York, USA. 993 pp.

Bucardo, E.M. y Franco, J. B. 2004. Avances preliminares de los resultados obtenidos durante el primer monitoreo de calidad del agua, efectuados en la Microcuenca Chichigua, subcuenca del Río Viejo. MAGFOR, Managua, Nicaragua.

CENAGRO. 2001. Tercer Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Censo Agropecuario. Publicado en Internet – <http://www.inec.gob.ni/cenagro/introduccion.htm> [03 de junio, 2008].

Comisión de las Comunidades Europeas. 2000. Indicadores para la integración de las consideraciones medioambientales en la Política Agrícola Común. Publicado en Internet – http://ec.europa.eu/agriculture/envir/index_es.htm#indicators [10 de enero, 2008].

Doorenbos, J. y Pruitt, W.O. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje 24. 194 p., Roma, Italia.

Ervin, C. y Ervin, D. 1982. Factors affecting the use of soil conservation practices: Hypotheses, evidence and policy implications. Lands Economics, Vol 58, NE pp. 277-292.

FAO. 1988. Pautas para la evaluación económica de proyectos de ordenación de cuencas. Guía FAO Conservación nº 16. Roma, Italia.



- FAO. 2003. Mapa del Hambre de la FAO. Publicado en Internet – http://www.fao.org/es/ess/faostat/foodsecurity/FMap/flash_map.htm [01 de agosto, 2008].
- FAO. 2005. Estadísticas sobre Seguridad Alimentaria. Publicado en Internet – http://www.fao.org/es/ess/faostat/foodsecurity/index_es.htm [01 de agosto, 2008].
- FAO. 2006. Medición de la Seguridad Alimentaria y Mundial. Publicado en Internet – <http://www.rlc.fao.org/iniciativa/cursos/Curso%202006/Mod3/9e.pdf> [01 de agosto, 2008].
- FAO. 2008. Año Internacional de la Papa. Tesoro Enterrado. Publicado en Internet – Publicado en Internet – <http://www.potato2008.org/es/lapapa/cultivo.html> [08 de agosto, 2008].
- FAX México. 2002. Tabla de Siembra y Plantación. Publicado en Internet – <http://www.faxsa.com.mx/> [06 de agosto, 2008].
- Franco M., J.A. 2006. Juegos sociales de interacción económica y medioambiental. XIV Jornadas de ASEPUMA y II Encuentro Internacional. Badajoz, España.
- INEC. 2006. Caracterización Sociodemográfica del Departamento de Jinotega. Publicado en Internet – <http://www.inec.gob.ni/compendio/pdf/inec218.pdf> [07 de julio, 2008].
- INETER. 1999. El mapa de cuencas hidrográficas de Nicaragua. Publicado en Internet – http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=591 [07 de julio, 2008].
- INETER. 2001. Mapas departamentales. Jinotega. Publicado en Internet – <http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/Geodesia/SeccionMapas/Jinotega1.html> [01 de julio, 2008].
- INETER. 2004. Informe de la Descripción taxonómica de los suelos a nivel orden a nivel nacional. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), Departamento de suelos y catastro – Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Managua, Nicaragua. 12p.
- INETER. 2004. Mapa de aguas para riego, a escala 1:250.000. Hoja de Estelí nº ND – 16 – 11. INETER-COSUDE-ENACAL. Managua, Nicaragua
- INETER. 2004. Mapa hidrogeológico, a escala 1:250.000. Hoja de Estelí nº ND – 16 – 11. INETER-COSUDE-ENACAL. Managua, Nicaragua
- INETER. 2004. Mapa hidrogeoquímico, a escala 1:250.000. Hoja de Estelí nº ND – 16 – 11. INETER-COSUDE-ENACAL. Managua, Nicaragua
- INIDE. 2008. La Concordia en cifras. Instituto Nacional de Información de Desarrollo, Managua, Nicaragua.
- INTA. 2005. Línea base microcuencas de la parte alta de subcuenca del río Viejo, San Rafael del Norte y la Concordia. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Jinotega, Nicaragua, 115 p.

ISF-ApD. 2005. Metodología para Diseño de Programas de Reactivación productiva en zonas vulnerables. VII Convocatoria de ayudas y subvenciones de Cooperación y Solidaridad de la U.P.M. Madrid, España.

ISF-ApD. 2007. Experiencia del Comité Trimunicipal del Río Viejo. Publicado en Internet – http://apd.isf.es/grupos/cursos_archivos/CursoAguaYAgricultura/Experiencia_comite_de_rio_viejo.pdf [11 de julio, 2008].

Labrada, R. 2004. Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal, nº 120. Addendum I. Roma, Italia.

Labrador M., J. 2002. La materia orgánica en los agrosistemas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Mundi-Prensa, Madrid, España.

Lombardi, N.F. y Bertoni, J. 1975. Tolerancia de perdos de terra para sobs do Estado de Sao Paulo. Bol. Tec. Inst. Agron. 28: 1 – 12.

MAGFOR. 2000. Estudio de ordenamiento de cuencas hidrográficas en la región norte y central de Nicaragua. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal, Managua, NI. 22 p.

Maino, M. 1996. La erosión como un problema particular de daño medio ambiental en los países subdesarrollados. VII Encuentro Internacional RIMISP: Impacto Ambiental de la Pobreza Rural. Impacto Social del Deterioro Ambiental. El rol de los Instrumentos de Desarrollo Agrícola. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Maldidier, C. y Marchetti, S.J., P. 1996. El Campesino-Finquero. Tomo I. El potencial económico del campesinado nicaragüense. Nitlapán-UCA. Managua, Nicaragua.

MARENA. 2007. Mejorando el Ambiente, mejora la Gente! Publicado en Internet – <http://www.marena.gob.ni/planificacion/pdf/POLITICAS%20DEL%20MARENA%20Y%20POA%202007.pdf> [06 de marzo, 2008].

MARENA. 2008. Gobernanza Forestal en Nicaragua. Reunión técnica del CTB y del proceso regional de FLEG. El Salvador.

MARENA. 2008. Reserva Natural Miraflores Moropotente. Publicado en Internet – http://marena.gob.ni/index.php?option=com_content&task=view&id=145&Itemid=628 [11 de julio, 2008].

MARENA. 2008. Reserva Natural Volcán Yalí. Publicado en Internet – http://www.marena.gob.ni/index.php?option=com_content&task=view&id=204&Itemid=641 [11 de julio, 2008].

Marín L., Y. y Pauwels, S. 2001. El Campesino-Finquero. Tomo II. Hacia una modernización incluyente de la Región Central. Nitlapán-UCA. Managua, Nicaragua.

Marín, E. 2003. Informe de criterios para clases y subclases de capacidad de uso de la tierra, incorporados por el INTA-MAGFOR. MAGFOR, Normativas de uso de la tierra. 22p.



McConnell, K. 1983. An economic model of soil conservation. American Journal of Agricultural Economics, Vol. NE pp. 83-89.

Mijail P., A. y Siria C., I. 2006. Biodiversidad y medio ambiente en el contexto local. SNV Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo. Managua, Nicaragua.

Ortega, A y Corvalán, E. 2004. Diagnóstico de suelos. Publicado en Internet – <http://www.inta.gov.ar/salta/info/documentos/Suelos/DIAGNOSTICO%20SUELOS.pdf> [03 de junio, 2008].

Owen, M.D.K. y Zelaya, I.A. 2005. Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. Pest Management Science, 61: 301 – 311.

Pagiola, S. 1993. Soil conservation and the sustainability of agricultural production. Dissertation submitted to the Food Research Institute and the Committee on Graduate Studies of Sanford University, in partial fulfillment of the requirements for degree of Doctor of Philosophy.

Pallais C., N. 2004. Manejo Integrado de Plagas. Guía MIP en el cultivo de la papa. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua.

Pallais C., N. 2004. Manejo Integrado de Plagas. Guía MIP en el cultivo de la cebolla. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua.

Pallais C., N. 2004. Manejo Integrado de Plagas. Guía MIP en el cultivo de la chiltoma. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua.

Pallais C., N. 2004. Manejo Integrado de Plagas. Guía MIP en el cultivo del repollo. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua.

Pallais C., N. 2004. Manejo Integrado de Plagas. Guía MIP en el cultivo del tomate. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua.

PNUD. 2007. Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido. Publicado en Internet – http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_sp_indictables.pdf [04 de agosto, 2008].

Ponces, L. y Orozco, P. 2007. “Manejo de Subcuencas y Medio Ambiente”. PIMCHAS, MARENA y Alianza Terrena. Managua, Nicaragua.

Prada, J.D. de. 2005. La erosión del suelo y su valoración económica. Publicado en Internet - http://www.inta.gov.ar/ies/docs/seminarios/Erosionsuelo_prada.ppt [08 de agosto, 2008].

Rel-UITA. 2002. De la huerta a la mesa. Publicado en Internet – <http://www.rel-uita.org/old/separatas/huerta/index.htm> [04 de agosto, 2008].

Rodríguez A., T.E. 2005. Diagnóstico Socioeconómico de las familias productoras de la cuenca del Río Viejo del Municipio de La Concordia. Proyecto de Reactivación productiva de la zona seca del municipio de La Concordia, Jinotega, Nicaragua. AECE e ISF-ApD, Madrid, España.

Ruiz G., A. y Marín L., Y. 2005. El Campesino-Finquero. Tomo III. Revisitando el Agro Nicaragüense: Tipología de los sistemas de producción y zonificación agro-socioeconómica. Nitlapán-UCA. Managua, Nicaragua.

SAGARPA. 2006. Utilización de estiércoles. Ficha 07. Publicado en Internet – <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/publicaciones/fichas/listafichas/A-07-1.pdf> [04 de septiembre, 2008].

Saña, J.; Moré, J.C. y Cohí, A. 1996. La gestión de la fertilidad de los suelos. 277 pp. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España.

Strahler, A.N. 1952. Hypsometric area-altitude analysis of erosional topography. Bulletin of the Geological Society of America 63: 1117-1142.

Tabashnik, B.E., Carriere, Y., Denneby, T.J., Morin, S., Sisterson, M.S., Roush, R.T., Shelton, A.M. y Zhao, J.Z. 2003. Insect resistance to transgenic Bt crops: lessons from the laboratory and field. Journal of Economic Entomology, 96: 1.031 – 1.038.

Truog, E. 1951. Mineral Nutrition of Plants. Ed. E. Truog. Wisconsin University Press, 469 pp. Madison, Wisconsin, USA.

Urbano T., P. 1988. Tratado de fitotecnia general. Mundi-Prensa, Madrid, España.

USAID – ACH. 2005. Perfiles de Medios de Vida de Nicaragua. Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria (MFEWS). Publicado en Internet – http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADG539.pdf [05 de junio, 2008].

Valencia A., G. 1998. Manual de Nutrición y Fertilización del Café. Instituto de la Potasa y el Fósforo, Quito, Ecuador.

Veloz, A., Southgate, D., Hitzhuzen, F. y Macgregor. 1985. The economics of rosen control in a subtropical watershed: A Dominican case. Land Economics, Vol. 61, NE 2, pp. 45-155.

William, P. 2004. Manejo Sustentable del Suelo. Parte III. Cartilla de divulgación nº4. Manejo sustentable de ecosistemas forestales de la cuenca Los Pericos Manantiales. Proyecto FAO - TCP/ARG-2802 (A). Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

Wischmeier, W.H., y Smith, D.D. 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss. Trans. Amer. Geophys Union 39: 285- 291.

Yost, R.S., El Swaify, S.A., Dangler, E. W. y Lo, A. 1985. The influence of simulated soil erosion and restorative fertilization of maize production in an oxisol. Soil Cons. Soc. of America, Akeny.



HOJAS DE CULTIVO Y MÁRGENES BRUTOS OBSERVADOS

CÓDIGO	CUENCA	NE	EME	CF	DF	CMO	GES	PC	CN
		%	años	%	-	%	-	-	mg/L
0101	alta	1	48	0	0	7,24	3	1	198,80
0102	alta	1	43	0	0	7,42	2	1	165,20
0104	alta	1	39	0	1	-	1	1	-
0105	alta	1	22	0	1	-	2	-	-
0106	alta	1	35	1	1	-	1	1	-
0201	alta	1	57	0	0	-	-	-	-
0203	alta	1	57	1	2	-	-	1	-
0204	alta	1	38	1	3	8,16	0	1	144,80
0401	alta	1	54	0	1	7,46	2	1	1068,60
0600	alta	1	38	0	1	2,88	0	1	122,20
0602	alta	1	22	0	0	6,71	2	-	86,80
0603	alta	1	32	0	2	-	1	1	-
0605	alta	1	38	0	1	4,86	3	1	840,10
0704	alta	1	54	0	0	-	2	0	-
0900	alta	1	34	0	1	-	1	0	-
0901	alta	1	50	0	1	-	0	-	-
0902	alta	1	48	0	2	-	1	0	-
0908	alta	1	38	0	1	-	1	1	-
1002	alta	0	28	0	1	-	1	1	-
1003	alta	1	36	0	1	-	1	1	-
1101	alta	1	56	0	0	-	2	1	-
1103	alta	1	37	1	2	7,38	2	1	165,20
1300	alta	1	66	1	1	-	1	1	-
1302	alta	1	46	0	0	3,00	1	1	380,90
Promedio cuenca alta		95,83	42	20,83	0,96	6,12	1,36	0,85	352,51
1204	Baja	1	48	1	3	-	1	1	-
1205	Baja	1	35	0	2	-	1	1	-
1207	Baja	1	58	0	0	-	0	1	-
1209	Baja	1	60	0	0	-	1	1	-

TABLA 22: Número de Empresarios (NE); Edad Media de los Empresarios (EME); Cobertura Forestal (CF); Diversidad de Fauna (DF); Canti-

CÓDIGO	CUENCA	NE	EME	CF	DF	CMO	GES	PC	CN
		%	años	%	-	%	-	-	mg/L
1703	Baja	1	40	0	1	-	1	-	-
1704	Baja	1	51	0	0	-	0	1	-
1803	Baja	1	32	0	1	3,43	1	1	163,40
1805	Baja	0	60	0	0	3,60	0	0	67,30
1806	Baja	1	37	0	0	3,09	0	0	70,40
1809	Baja	1	62	0	0	-	1	1	-
1810	Baja	1	43	0	0	3,18	0	0	94,80
1813	Baja	1	45	0	0	-	1	1	-
1814	Baja	1	55	0	0	-	1	1	-
1815	Baja	1	38	0	2	3,41	1	0	162,50
1817	Baja	0	25	1	2	-	1	0	-
1818	Baja	1	40	1	2	-	1	0	-
2301	Baja	1	35	0	1	-	1	0	-
2302	Baja	0	55	1	2	3,66	1	1	290,00
2303	Baja	1	38	0	1	4,95	1	0	65,50
2407	Baja	0	43	0	0	2,57	0	0	392,80
2408	Baja	1	44	0	1	3,72	1	1	258,20
2409	Baja	1	55	0	2	3,90	1	0	116,00
2414	Baja	1	59	0	0	3,01	1	0	264,80
2601	Baja	0	66	0	1	-	1	1	-
2602	Baja	1	32	0	1	-	1	1	-
2606	Baja	1	72	0	1	-	1	1	-
2702	Baja	1	50	0	0	-	-	1	-
2703	Baja	0	35	0	0	3,43	1	-	147,00
2704	Baja	1	44	0	0	-	0	0	-
2705	Baja	0	50	0	0	3,78	1	0	97,90
2706	Baja	0	42	0	0	-	1	0	-
Promedio cuenca baja		74,19	47	12,90	0,74	3,52	0,77	0,52	168,51
Promedio cuenca		83,64	45	16,36	0,84	4,58	1,02	0,65	243,78

dad de Materia Orgánica (CMO); Grado de Erosión del Suelo (GES); Prácticas de Conservación (PC); Contaminación por Nitratos (CN).



CÓDIGO	CUENCA	Rendimiento	Margen bruto	Superficie	Ingreso	EUMO	ER	EUA	EUFN
		lb/mz	C\$/mz	mz	C\$	lb/mz/h	%	lb/mz/mm	lb tomate/lb N
0101	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0102	Alta	36.800	4.160	0,50	2.080	-	39,05	25,60	-
0104	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0105	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0106	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0201	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0203	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0204	Alta	-	-	-	-	-	-	-	—
0401	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0600	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0602	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0603	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0605	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0704	Alta	20.000	-16.000	0,25	-4.000	-	40,79	14,53	-
0900	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0901	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0902	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0908	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1002	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1003	Alta	36.800	4.160	0,50	2.080	-	40,92	26,81	-
1101	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1103	Alta	66.666	40.000	0,75	30.000	-	29,60	35,18	416,66
1300	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1302	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio cuenca alta		40.067	8.080	0,50	7.540	-	37,59	25,53	416,66
Promedio cuenca		39.700	10.299	1,21	31.691	74,54	43,78	26,73	318,84

TABLA 23: Resultados cultivo: Tomate (I).

EUMO: Eficiencia en el Uso de la Mano de Obra; ER: Eficiencia de Riego; EUA: Eficiencia en el Uso del Agua; EUFN: Eficiencia en el Uso del Fertilizante Nitrogenado.

CÓDIGO	CUENCA	Rendimiento	Margen bruto	Superficie	Ingreso	EUM/O	ER	EUA	EUFN
		lb/mz	C\$/mz	mz	C\$	lb/mz/h	%	lb/mz/mm	lb tomate/lb N
1204	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1205	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1207	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1209	Baja	50.000	23.866	0,50	11.933	127,55	-	-	357,14
1703	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1704	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1803	Baja	20.000	-24.144	1,00	-24.144	-	-	-	-
1805	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1806	Baja	50.000	200	0,50	100	36,13	-	-	347,22
1809	Baja	36.800	4.016	1,00	4.016	-	-	-	-
1810	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1813	Baja	33.333	32.167	1,50	48.250	59,95	-	-	154,32
1814	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1815	Baja	36.800	4.016	1,00	4.016	-	-	-	-
1817	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1818	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2301	Baja	20.000	-16.144	0,50	-8.072	-	57,54	20,46	-
2302	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2303	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2407	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2408	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2409	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2414	Baja	75.000	79.856	4,50	359.352	-	-	-	-
2601	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2602	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2606	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2702	Baja	36.800	4.016	2,00	8.032	-	42,53	27,86	-
2703	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2704	Baja	36.800	4.016	2,50	10.040	-	56,04	36,67	-
2705	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2706	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio cuenca baja		39.553	11.187	1,50	41.352	74,54	52,03	28,33	286,23
Promedio cuenca		39.700	10.299	1,21	31.691	74,54	43,78	26,73	318,84

TABLA 24: Resultados cultivo: Tomate (II).



CÓDIGO	CUENCA	Rendimiento	Margen bruto	Superficie	Ingreso	EUMO	ER	EUA	EUFN
		lb/mz	C\$/mz	mz	C\$	lb/mz/h	%	lb/mz/mm	lb tomate/lb N
0101	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0102	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0104	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0105	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0106	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0201	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0203	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0204	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0401	Alta	30.000	28.000	3,00	84.000	-	74,71	57,69	-
0600	Alta	20.000	8.000	1,00	8.000	-	-	-	-
0602	Alta	40.000	45.241	2,00	90.482	28,09	-	-	166,67
0603	Alta	30.000	28.000	1,00	28.000	-	75,68	58,43	-
0605	Alta	20.000	22.172	3,00	66.516	33,78	-	-	121,95
0704	Alta	30.000	28.000	4,00	112.000	-	63,35	49,08	-
0900	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0901	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0902	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0908	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1002	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1003	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1101	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1103	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1300	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1302	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio cuenca alta		28.333	26.569	2,33	64.833	30,94	71,25	55,07	144,31
Promedio cuenca		26.999	16.485	1,99	34.362	52,99	67,19	47,13	91,74

TABLA 25: Resultados cultivo: Cebolla (I).

EUMO: Eficiencia en el Uso de la Mano de Obra; ER: Eficiencia de Riego; EUA: Eficiencia en el Uso del Agua; EUFN: Eficiencia en el Uso del Fertilizante Nitrogenado.

CÓDIGO	CUENCA	Rendimiento	Margen bruto	Superficie	Ingreso	EUMO	ER	EUA	EUFN
		lb/mz	C\$/mz	mz	C\$	lb/mz/h	%	lb/mz/mm	lb tomate/lb N
1204	Baja	12.500	-14.898	2,00	-29.795	-	-	-	82,24
1205	Baja	28.000	22.352	1,00	22.352	-	-	-	-
1207	Baja	33.333	27.248	2,00	54.496	66,40	-	-	106,50
1209	Baja	20.000	5.736	3,00	17.208	54,35	-	-	14,42
1703	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1704	Baja	40.000	6.352	1,00	6.352	-	-	-	-
1803	Baja	53.333	19.685	1,00	19.685	-	-	-	122,04
1805	Baja	28.000	22.352	1,00	22.352	-	78,31	56,30	-
1806	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1809	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1810	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1813	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1814	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1815	Baja	30.000	26.352	1,00	26.352	-	-	-	178,57
1817	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1818	Baja	13.333	-20.315	3,00	-60.944	-	-	-	50,50
2301	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2302	Baja	10.000	-18.648	1,00	-18.648	-	-	-	25,25
2303	Baja	15.000	-3.648	1,00	-3.648	-	-	-	48,70
2407	Baja	2.800	-28.048	1,50	-42.072	-	55,52	4,00	-
2408	Baja	26.666	19.684	0,75	14.763	-	-	-	74,69
2409	Baja	40.000	46.352	0,50	23.176	-	-	-	109,29
2414	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2601	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2602	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2606	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2702	Baja	28.000	22.352	6,00	134.114	-	-	-	-
2703	Baja	28.000	22.352	2,00	44.705	-	-	-	-
2704	Baja	28.000	22.352	1,25	27.940	-	-	-	-
2705	Baja	40.000	52.739	2,00	105.478	82,30	55,58	57,25	-
2706	Baja	28.000	22.352	4,75	106.174	-	-	-	-
Promedio cuenca baja		26.577	13.300	1,88	24.739	67,68	63,14	39,18	81,22
Promedio cuenca		26.999	16.485	1,99	34.362	52,99	67,19	47,13	91,74

TABLA 26: Resultados cultivo: Cebolla (I).



CÓDIGO	CUENCA	Rendimiento	Margen bruto	Superficie	Ingreso	EUMO	ER	EUA	EUFN
		lb/mz	C\$/mz	mz	C\$	lb/mz/h	%	lb/mz/mm	lb tomate/lb N
0101	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0102	Alta	28.000	4.000	0,50	2.000	-	-	-	-
0104	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0105	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0106	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0201	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0203	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0204	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0401	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0600	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0602	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0603	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0605	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0704	Alta	28.000	4.000	0,25	1.000	-	68,36	34,31	-
0900	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0901	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0902	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0908	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1002	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1003	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1101	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1103	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1300	Alta	28.000	4.000	1,00	4.000	-	77,06	38,65	-
1302	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio cuenca alta		28.000	4.000	0,58	2.333	-	72,71	36,48	-
Promedio cuenca		24.800	191	0,85	2.041	24,18	77,92	39,07	137,58

TABLA 27: Resultados cultivo: Chiltoma (I).

EUMO: Eficiencia en el Uso de la Mano de Obra; ER: Eficiencia de Riego; EUA: Eficiencia en el Uso del Agua; EUFN: Eficiencia en el Uso del Fertilizante Nitrogenado.

CÓDIGO	CUENCA	Rendimiento	Margen bruto	Superficie	Ingreso	EUMO	ER	EUA	EUFN
		lb/mz	C\$/mz	mz	C\$	lb/mz/h	%	lb/mz/mm	lb tomate/lb N
1204	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1205	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1207	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1209	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1703	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1704	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1803	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1805	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1806	Baja	20.000	-3.336	0,75	-2.502	20,26	-	-	96,15
1809	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1810	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1813	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1814	Baja	40.000	9.261	0,75	6.946	28,09	-	-	300,75
1815	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1817	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1818	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2301	Baja	16.000	-8.000	0,50	-4.000	-	-	-	15,84
2302	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2303	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2407	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2408	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2409	Baja	4.000	-20.000	0,25	-5.000	-	-	-	-
2414	Baja	28.000	3.988	2,50	9.969	-	-	-	-
2601	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2602	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2606	Baja	28.000	4.000	1,00	4.000	-	-	-	-
2702	Baja	28.000	4.000	1,00	4.000	-	88,33	44,25	-
2703	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2704	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2705	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2706	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio cuenca baja		23.429	-1.441	0,96	1.916	24,18	88,33	44,25	137,58
Promedio cuenca		24.800	191	0,85	2.041	24,18	77,92	39,07	137,58

TABLA 28: Resultados cultivo: Chiltoma (II).



CÓDIGO	CUENCA	Rendimiento	Margen bruto	Superficie	Ingreso	EUMO	ER	EUA	EUFN
		lb/mz	C\$/mz	mz	C\$	lb/mz/h	%	lb/mz/mm	lb tomate/lb N
0101	Alta	21.333	17.000	0,75	12.750	-	-	-	70,41
0102	Alta	12.000	3.000	0,50	1.500	-	-	-	-
0104	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0105	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0106	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0201	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0203	Alta	12.000	3.000	1,00	3.000	-	-	-	-
0204	Alta	12.000	3.000	1,00	3.000	-	-	-	-
0401	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0600	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0602	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0603	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0605	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0704	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0900	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0901	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0902	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0908	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1002	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1003	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1101	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1103	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1300	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1302	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio cuenca alta		14.333	6.500	0,81	5.062	-	-	-	70,41
Promedio cuenca		13.917	14.568	1,06	14.318	17,15	-	-	70,38

TABLA 29: Resultados cultivo: Repollo (I).

EUMO: Eficiencia en el Uso de la Mano de Obra; ER: Eficiencia de Riego; EUA: Eficiencia en el Uso del Agua; EUFN: Eficiencia en el Uso del Fertilizante Nitrogenado.

CÓDIGO	CUENCA	Rendimiento	Margen bruto	Superficie	Ingreso	EUMO	ER	EUA	EUFN
		lb/mz	C\$/mz	mz	C\$	lb/mz/h	%	lb/mz/mm	lb tomate/lb N
1204	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1205	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1207	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1209	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1703	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1704	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1803	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1805	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1806	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1809	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1810	Baja	16.000	15.547	1,00	15.547	17,15	-	-	106,67
1813	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1814	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1815	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1817	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1818	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2301	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2302	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2303	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2407	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2408	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2409	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2414	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2601	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2602	Baja	14.000	69.000	1,00	69.000	-	-	-	34,06
2606	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2702	Baja	12.000	3.000	2,00	6.000	-	-	-	-
2703	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2704	Baja	12.000	3.000	1,25	3.750	-	-	-	-
2705	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2706	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio cuenca baja		13.500	22.637	1,31	23.574	17,15	-	-	70,36
Promedio cuenca		13.917	14.568	1,06	14.318	17,15	-	-	70,38

TABLA 30: Resultados cultivo: Repollo (II).



CÓDIGO	CUENCA	Rendimiento	Margen bruto	Superficie	Ingreso	EUMO	ER	EUA	EUFN
		lb/mz	C\$/mz	mz	C\$	lb/mz/h	%	lb/mz/mm	lb tomate/lb N
0101	Alta	20.000	62.008	3,00	186.024	26,74	54,72	20,86	277,78
0102	Alta	18.000	-400	1,00	-400	-	67,14	23,77	-
0104	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0105	Alta	16.800	-3.040	1,00	-3.040	-	-	33,46	-
0106	Alta	16.800	-3.040	1,00	-3.040	-	-	32,44	-
0201	Alta	16.800	-3.040	1,50	-4.560	-	-	-	-
0203	Alta	16.800	-3.040	3,00	-9.120	-	-	-	-
0204	Alta	20.000	56.226	2,00	112.452	37,31	32,36	12,35	40,98
0401	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0600	Alta	8.000	5.802	1,00	5.802	19,61	-	15,93	56,34
0602	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0603	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0605	Alta	16.800	-3.040	1,00	-3.040	-	-	-	-
0704	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0900	Alta	20.000	60.000	2,00	120.000	-	69,46	26,47	36,50
0901	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
0902	Alta	16.666	18.331	3,00	54.993	-	88,63	28,04	40,85
0908	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1002	Alta	12.500	-2.500	2,00	-5.000	-	86,21	20,47	39,56
1003	Alta	16.800	-3.040	1,00	-3.040	-	56,48	18,89	-
1101	Alta	20.000	80.000	1,00	80.000	-	28,94	11,05	208,33
1103	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1300	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
1302	Alta	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio cuenca alta		16.855	18.659	1,68	37.717	27,89	60,49	22,16	100,05
Promedio cuenca		16.855	18.659	1,68	37.717	27,89	60,49	22,16	100,05

TABLA 31: Resultados cultivo: Patata (I).

EUMO: Eficiencia en el Uso de la Mano de Obra; ER: Eficiencia de Riego; EUA: Eficiencia en el Uso del Agua; EUFN: Eficiencia en el Uso del Fertilizante Nitrogenado.

CÓDIGO	CUENCA	Rendimiento	Margen bruto	Superficie	Ingreso	EUMO	ER	EUA	EUFN
		lb/mz	C\$/mz	mz	C\$	lb/mz/h	%	lb/mz/mm	lb tomate/lb N
Promedio cuenca alta		-	-	-	-	-	-	-	-
1204	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1205	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1207	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1209	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1703	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1704	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1803	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1805	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1806	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1809	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1810	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1813	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1814	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1815	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1817	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
1818	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2301	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2302	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2303	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2407	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2408	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2409	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2414	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2601	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2602	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2606	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2702	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2703	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2704	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2705	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
2706	Baja	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio cuenca		16.855	18.659	1,68	37.717	27,89	60,49	22,16	100,05

TABLA 32: Resultados cultivo: Patata (II).



CÓDIGO	PLAGUICIDA	TOMATE			CEBOLLA			CHILTOMA			REPOLLO			PATATA		
		dosis/mz	dosis máx./mz		dosis/mz	dosis máx./mz		dosis/mz	dosis máx./mz		dosis/mz	dosis máx./mz		dosis/mz	dosis máx./mz	
0101	Cypermethrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,15	lmz
0102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0201	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0204	Curzate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,00	kg/mz
	Manzate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	3,00	kg/mz
	Cypermethrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	0,15	l/mz
0401	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0600	Carbendazim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,20	l/mz
	Cypermethrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,15	l/mz
	Manzate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,70	3,00	kg/mz
	Gramoxone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,75	l/mz
0602	Manzate	-	-	-	2,60	3,00	kg/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lorsban	-	-	-	2,00	1,50	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Vexter	-	-	-	0,48	1,05	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0603	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0605	Malch	-	-	-	0,25	0,21	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Plural	-	-	-	0,50	0,40	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0704	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0900	Positrón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,75	kg/mz
	Mancozeb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,00	1,40	kg/mz
	Endosulfan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,05	l/mz
	Vidate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	7,00	l/mz
0901	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0902	Mancozeb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,40	kg/mz
	Acrobat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,40	kg/mz
	Positron	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,75	kg/mz
0908	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1101	Curzate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,00	2,00	kg/mz
	Vexter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,05	l/mz
	Equation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,56	kg/mz
1103	Monarca	5,33	0,70	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MTD	4,00	0,70	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Curzate	10,67	2,00	kg/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Clorotalonil	5,33	3,50	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1205	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1207	Counter	-	-	-	66,67	30,00	lb/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mancozeb	-	-	-	1,60	1,40	kg/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Malch	-	-	-	2,33	0,21	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1209	Positron	4,80	1,75	kg/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Carbendazim	-	-	-	0,20	0,20	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1302	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1703	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1704	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLA 33: Uso de Plaguicidas.

CÓDIGO	PLAGUICIDA	TOMATE			CEBOLLA			CHILTOMA			REPOLLO			PATATA		
		dosis/mz	dosis máx./mz		dosis/mz	dosis máx./mz		dosis/mz	dosis máx./mz		dosis/mz	dosis máx./mz		dosis/mz	dosis máx./mz	
1803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1806	Vidate	6,00	7,00	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Monarca	2,00	0,70	l/mz	-	-	-	2,00	0,70	l/mz	-	-	-	-	-	-
	Vertimec	0,60	0,70	l/mz	-	-	-	0,40	0,70	l/mz	-	-	-	-	-	-
	MTD	2,00	0,70	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Curzate	20,00	2,00	kg/mz	-	-	-	2,67	2,00	kg/mz	-	-	-	-	-	-
	Terramicina	-	-	-	-	-	-	4,00	0,28	kg/mz	-	-	-	-	-	-
	Manzate	-	-	-	-	-	-	2,67	3,00	kg/mz	-	-	-	-	-	-
1809	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1810	Dipel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,67	0,35	kg/mz	-	-	-
	Sunfire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,20	0,21	l/mz	-	-	-
1813	Counter	16,67	30,00	lb/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Curzate	1,33	2,00	kg/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Monarca	1,33	0,70	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Confidor	1,33	0,50	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1814	Vidate	-	-	-	-	-	-	4,00	7,00	l/mz	-	-	-	-	-	-
	Vertimec	-	-	-	-	-	-	0,80	0,70	l/mz	-	-	-	-	-	-
	Terramicina	-	-	-	-	-	-	1,62	0,28	kg/mz	-	-	-	-	-	-
	Mancozeb	-	-	-	-	-	-	10,40	1,40	kg/mz	-	-	-	-	-	-
1815	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1818	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2301	Manzate	-	-	-	-	-	-	16,00	3,00	kg/mz	-	-	-	-	-	-
	Vidate	-	-	-	-	-	-	6,00	7,00	l/mz	-	-	-	-	-	-
	Monarca	-	-	-	-	-	-	3,00	0,70	l/mz	-	-	-	-	-	-
2302	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2303	Cypermethrin	-	-	-	4,00	0,15	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Monarca	-	-	-	1,00	0,70	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mancozeb	-	-	-	6,00	1,40	kg/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Curzate	-	-	-	1,00	2,00	kg/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2407	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2408	Endosulfan	-	-	-	2,67	1,05	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cypermethrin	-	-	-	1,33	2,00	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Manzate	-	-	-	4,00	3,00	kg/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Amistar	-	-	-	1,33	0,25	kg/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2409	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2414	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2601	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2602	Regent	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	0,18	l/mz	-	-	-
	Sunfire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50	0,21	l/mz	-	-	-
	Dipel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,00	0,35	kg/mz	-	-	-
2606	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2702	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2703	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2704	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2705	MTD	-	-	-	2,04	0,70	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Antracol	-	-	-	3,06	1,75	kg/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dipel	-	-	-	2,04	0,35	kg/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Goal	-	-	-	0,24	1,50	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Galligen	-	-	-	0,24	1,50	l/mz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2706	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



LOCALIZACIÓN					ANÁLISIS							
Código	Comunidad	Ubicación	COORD.		Fecha	pH	MO (%)	N (%)	C (%)	P (ppm)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)
			X	Y								
0600	La Pita	Cuenca alta	585566	1459564	28/02/2008	5,7	2,88	0,14	1,67	148,10	2,00	22,00
1302	Las Quebradas	Cuenca alta	586377	1456997	09/03/2008	5,5	3,00	0,15	1,74	146,60	1,60	17,90
0605	La Pita	Cuenca alta	585319	1459270	08/02/2008	5,2	4,86	0,24	2,82	124,60	3,70	24,40
0602	La Rinconada	Cuenca alta	584290	1458086	27/02/2008	5,8	6,71	0,34	3,89	72,30	3,30	21,40
0101	San Ramón	Cuenca alta	585508	1465868	05/03/2008	5,8	7,24	0,36	4,20	47,40	2,90	27,90
1103	La Colmena	Cuenca alta	587180	1465732	29/02/2008	5,6	7,38	0,37	4,28	65,00	2,00	14,80
0102	San Ramón	Cuenca alta	585152	1465978	05/03/2008	5,8	7,42	0,37	4,30	28,50	2,40	19,40
0401	Wiscanal	Cuenca alta	588390	1460766	03/03/2008	5,8	7,46	0,37	4,33	62,90	2,90	22,20
0204	La Esperanza	Cuenca alta	586282	1463925	29/02/2008	5,5	8,16	0,41	4,73	100,70	2,40	15,70
2407	Colón Abajo	Cuenca baja	590575	1449962	27/02/2008	5,8	2,57	0,13	1,49	87,10	2,40	24,40
2414	Coyolito	Cuenca baja	589672	1453590	05/03/2008	5,8	3,01	0,15	1,75	148,30	2,00	23,10
1806	Coyolito	Cuenca baja	589239	1453456	26/02/2008	6,1	3,09	0,15	1,79	28,60	0,80	31,20
1810	Coyolito	Cuenca baja	588986	1452497	26/02/2008	5,8	3,18	0,16	1,84	140,10	0,50	21,30
1815	Coyolito	Cuenca baja	589012	1452652	26/02/2008	5,5	3,41	0,17	1,98	144,90	1,40	19,10
1803	Coyolito	Cuenca baja	588997	1452523	26/02/2008	5,3	3,43	0,17	1,99	150,30	1,80	18,10
2703	Namanji	Cuenca baja	592126	1450643	27/02/2008	5,9	3,43	0,17	1,99	146,40	2,30	20,80
1805	Coyolito	Cuenca baja	589008	1452118	26/02/2008	6,2	3,60	0,18	2,09	63,20	0,90	28,40
2302	Colón Arriba	Cuenca baja	589392	1451473	27/02/2008	5,6	3,66	0,18	2,12	143,00	2,00	22,80
2408	Colón Abajo	Cuenca baja	590483	1450065	27/02/2008	5,8	3,72	0,19	2,16	95,60	1,80	26,00
2705	Namanji	Cuenca baja	592232	1450867	27/02/2008	6,6	3,78	0,19	2,19	52,60	1,50	23,60
2409	Colón Abajo	Cuenca baja	590273	1450063	27/02/2008	6,2	3,90	0,20	2,26	68,80	1,50	28,20
2303	Colón Arriba	Cuenca baja	589313	1451451	27/02/2008	5,8	4,95	0,25	2,87	145,70	1,40	27,50

TABLA 34: Resultados de los muestreos realizados en diferentes parcelas de la cuenca del Río Viejo (I).

LOCAL		ANÁLISIS														
Código	Mg (meq/ 100g)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Nitratos (ppm)	Dap (g/ml)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura	Ca Mg/K	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	C/N
0600	8,50	96,30	2,90	1,00	43,20	122,20	1,18	21,76	33,60	44,64	Franco	15,25	2,59	11,00	4,25	11,60
1302	5,00	187,60	6,90	2,00	90,30	380,90	1,13	15,76	25,60	58,64	Franco-arenoso	14,31	3,58	11,19	3,13	11,60
0605	7,20	57,10	3,80	3,80	98,00	840,10	1,11	16,20	36,88	46,92	Franco	8,54	3,39	6,59	1,95	11,75
0602	6,30	94,70	9,90	2,00	91,70	86,80	1,17	13,20	32,88	53,92	Franco-arenoso	8,39	3,40	6,48	1,91	11,45
0101	5,90	204,20	7,90	3,90	59,20	198,80	1,04	12,48	41,60	45,92	Franco	11,66	4,73	9,62	2,03	11,67
1103	3,30	261,80	13,90	8,90	74,40	165,20	1,10	7,56	30,92	61,52	Franco-arenoso	9,05	4,48	7,40	1,65	11,57
0102	5,50	234,50	7,00	4,00	63,60	165,20	1,00	19,20	22,88	57,92	Franco-arenoso	10,38	3,53	8,08	2,29	11,63
0401	6,90	111,20	6,70	1,90	58,50	1068,60	1,20	13,76	27,60	58,64	Franco-arenoso	10,03	3,22	7,66	2,38	11,69
0204	2,80	200,40	11,70	8,80	108,00	144,80	1,17	9,20	28,88	61,92	Franco-arenoso	7,71	5,61	6,54	1,17	11,54
2407	9,60	62,30	6,80	1,90	63,30	392,80	1,28	19,20	36,88	43,92	Franco	14,17	2,54	10,17	4,00	11,47
2414	7,90	178,30	6,90	2,00	74,90	264,80	1,14	15,92	28,16	55,92	Franco-arenoso	15,50	2,92	11,55	3,95	11,64
1806	10,80	52,60	7,90	1,00	40,70	70,40	1,33	45,20	22,88	31,92	Arcilloso	52,50	2,89	39,00	13,50	11,95
1810	6,20	182,40	10,00	2,00	44,80	94,80	1,20	39,20	28,88	31,92	Franco-arcilloso	55,00	3,44	42,60	12,40	11,53
1815	6,00	229,90	9,60	4,80	36,60	162,50	1,14	23,92	44,56	31,52	Franco	17,93	3,18	13,64	4,29	11,64
1803	5,30	217,10	12,00	7,00	49,80	163,40	1,16	22,28	42,92	34,80	Franco	13,00	3,42	10,06	2,94	11,70
2703	7,50	102,40	5,90	2,00	53,10	147,00	1,16	22,84	35,24	41,92	Franco	12,30	2,77	9,04	3,26	11,70
1805	10,50	20,60	5,90	1,00	21,60	67,30	1,26	41,20	26,88	31,92	Arcilloso	43,22	2,70	31,56	11,67	11,60
2302	7,30	127,70	8,60	3,80	53,80	290,00	1,14	24,64	40,56	34,80	Franco	15,05	3,12	11,40	3,65	11,79
2408	9,10	91,80	15,60	3,90	44,90	258,20	1,27	21,76	21,60	56,64	Franco-arenoso	19,50	2,86	14,44	5,06	11,36
2705	8,50	51,40	11,90	2,00	36,60	97,90	1,23	21,20	28,88	49,92	Franco	21,40	2,78	15,73	5,67	11,54
2409	9,80	70,50	14,90	2,00	38,70	116,00	1,25	31,56	38,92	29,52	Franco-arcilloso	25,33	2,88	18,80	6,53	11,31
2303	7,90	154,50	10,60	2,90	40,60	65,50	1,23	26,28	32,92	40,80	Franco	25,29	3,48	19,64	5,64	11,48

TABLA 35: Resultados de los muestreos realizados en diferentes parcelas de la cuenca del Río Viejo (II).

NOMBRE	SÍMBOLO	UNIDADES	BAJO (<=)	MEDIO	ALTO (>)	MÉTODO DE EXTRACCIÓN	DETERMINACIÓN
pH	pH	pH	5,5	5,5 a 6,5	6,6	1 : 2,5 en agua	Potenciométrico
Materia Orgánica	MO	%	1,8	1,9 a 4,2	4,3	K ₂ Cr ₂ O ₇	Volumétrico Azul de Molibdeno
Fósforo	P	ppm	10	11 a 20	21	2,5 : 25 Olsen modificado	Colorimétrico
Potasio	K	meq/100g	0,2	0,3 a 0,6	0,6	2,5 : 25 Olsen modificado	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Calcio	Ca	meq/100g	4	4,1 a 20	20	2,5 : 25 KCl 1 N	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Magnesio	Mg	meq/100g	2	2,1 a 10	10	2,5 : 25 KCl 1 N	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Hierro	Fe	ppm	10	11 a 100	100	2,5 : 25 Olsen modificado	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Cobre	Cu	ppm	2	3 a 20	20	2,5 : 25 Olsen modificado	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Zinc	Zn	ppm	3	3,1 a 10	10	2,5 : 25 Olsen modificado	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Manganeso	Mn	ppm	5	6 a 50	50	2,5 : 25 Olsen modificado	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Azufre	S	ppm	20	21 a 36	36	2,5 : 25 CaH ₄ (PO ₃) ₂ H ₂ O	Tubidimétrica
Boro	B	ppm	0,2	0,3 a 0,6	0,6	2,5 : 25 CaH ₄ (PO ₃) ₂ H ₂ O	Colorimétrico Curcumina
Molibdeno	Mo	ppm	0	< 0,1	0,5	-	Colorimétrico Sulfocianuro
Ca+Mg/K	-	-	10	10,1 a 40	40	-	-
Ca/Mg	-	-	2	2,1 a 5	5	-	-
Ca/K	-	-	5	5,1 a 25	25	-	-
Mg/K	-	-	2,5	2,6 a 15	15	-	-

TABLA 36: Métodos de extracción utilizados para los análisis de suelos.

TABLA DE EQUIVALENCIAS

Tomado y modificado de Valencia, A.G. (1988).

Para convertir Columna 1 en 2 multiplicar por	Columna 1	Columna 2	Para convertir Columna 2 en 1 multiplicar por
MEDIDAS DE LONGITUD			
1,094	metro (m)	yarda	0,914
1,19	metro (m)	vara	0,84
3,28	metro (m)	pie	0,304
MEDIDAS DE SUPERFICIE			
2,496	hectárea (ha)	acre	0,405
10.000	hectárea (ha)	metro cuadrado (m ²)	10 ⁻⁴
3,86 x 10 ⁻³	hectárea (ha)	sección	259
0,699	hectárea (ha)	Manzana (mz)	1,43
MEDIDAS DE VOLUMEN			
1.000	metro cúbico (m ³)	litro (L)	10 ⁻³
6,10 x 10 ⁴	metro cúbico (m ³)	pulgada cúbica	1,64 x 10 ⁻⁵
0,265	Litro (L)	galón	3,78
33,78	Litro (L)	onza líquida	2,96 x 10 ⁻²
2,114	Litro (L)	pinta líquida	0,473
MEDIDAS DE PESO			
10 ⁻³	kilogramo (kg)	tonelada (t)	10 ³
35,27	kilogramo (kg)	onza (oz)	2,835 x 10 ⁻²
2,205	kilogramo (kg)	libra (lb)	0,454
0,087	kilogramo (kg)	arroba (@)	11,5
0,022	kilogramo (kg)	quintal (qq)	45,36
3,9 x 10 ⁻³	kilogramo (kg)	fanega	255

Para convertir Columna 1 en 2 multiplicar por	Columna 1	Columna 2	Para convertir Columna 2 en 1 multiplicar por
CONVERSIÓN DE NUTRIENTES			
0,4364	P ₂ O ₅	P	2,2914
0,7242	H ₃ PO ₄	P	1,3808
0,8302	K ₂ O	K	1,2046
0,7147	CaO	Ca	1,3992
0,6031	MgO	Mg	1,6581
0,3334	SO ₄	S	2,9959
0,3106	B ₂ O ₃	B	3,2199
0,7988	CuO	Cu	1,2519
0,6994	Fe ₂ O ₃	Fe	1,4298
0,7745	MnO	Mn	1,2912
0,6665	MoO	Mo	1,5004
0,8033	ZnO	Zn	1,2448

